RELATÓRIO

"Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da Paisagem para a região do Quadrilátero Ferrífero-MG" Processo 401066/2016-9, CHAMADA UNIVERSAL CNPq 1/2016.

Resumo:

O Brasil possui expressiva carência em processos e capacitações para a realização do planejamento e gestão da paisagem. Há falta de normativas para a proteção e de metodologias que favoreçam a identificação, representação, análise, simulação e definição de limites do aceitável que respeitem valores culturais e a dinâmica de transformações espaciais. A fragilidade no setor fica evidente quando temos que enfrentar problemas como o desastre de Mariana-MG e Brumadinho-MG (ambos no Quadrilátero Ferrífero) e não há uma classificação prévia dos valores e características da paisagem, o que atrasa ou mesmo inviabiliza planos de recuperação ou tomadas de decisão. As novas tecnologias e geoinformação podem suprir esta carência por apresentarem instrumentos para serem compostos em processos metodológicos de planejamento e gestão da paisagem ambiental e urbana. Destacam-se entre essas tecnologias o novo modo de registro de dados e valores coletivos através de mídias sociais (VGI - *Volunteered Geographic Information*, principalmente as ativas através de plataformas web-based), os modelos de análise diagnóstica e prognóstica do geoprocessamento, os modelos de simulação de mudanças e os modelos de visualização para apoio à tomada de decisões. O geoprocessamento pode se apoiar no PSS (*Planning Support System*) em que atores e processos são definidos e tornados públicos e, sobretudo, em processos que têm o caráter geográfico como condicionante, entre os quais se destaca o Geodesign. No Geodesign é uma metodologia baseada em geoprocessamento, SIG (Sistemas de Informações Geográficas), IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) e geovisualização, que favorece a construção de acordos coletivos para futuros alternativos de uma paisagem, gerenciando conflitos de interesse. Essas temáticas são praticamente inéditas no Brasil e muito adequadas para aplicação em paisagens notáveis como o Quadrilátero Ferrífero, escolhida como estudo de caso, onde há muitos atores e interesses envolvidos. É um suporte para a construção de um Plano Diretor de Paisagem.

Abstract

Brazil has lack of capacity and experience in processes for the management and planning of the landscape. There is a lack of normative for protection and methodologies that favor the identification, representation, analysis, simulation and definition of the limits of acceptable that respect cultural values and the dynamics of spatial transformations. The fragility in the sector becomes evident when we have to face problems such as the disaster of Mariana-MG and Brumadinho-MG (in Iron Ore Quadrangle) and there is not a previous classification of values and characteristics of the landscape, which slows down or even makes impossible the recovery plans or decision making. The new technologies of geoinformation can shortfall this deficiency for presenting instruments to be compounds in methodological processes of planning and management of the environmental and urban landscape. Among these technologies there are new mode of registering collective value through social media (VGI -Volunteered Geographic Information, mainly the active ones, using web-based platforms), the models of diagnostic and prognostic analysis based on geoprocessing, simulation models of changes and visualization models to support decision making. The geoprocessing can be applied with the structure of a Planning Support System (PSS) in which actors and processes are defined and made public and, especially, in processes that have the geographic character as conditionality, as Geodesign. Geodesign is a methodology based on geoprocessing, GIS (Geographic Information Systems), SDI (Spatial Data Infrastructure) and geovisualization models, to arrive to collective agreements, to propose alternate futures to a landscape, managing conflicts of interest. These themes are practically unpublished in Brazil and are very suitable for application in remarkable landscapes as the Iron Ore Quadrangle, chosen as a case study, where there are many actors and interests involved. It is a support for the construction of a Landscape Master Plan.

B. QUALIFICAÇÃO DO PRINCIPAL PROBLEMA ABORDADO

b.1. Apresentação – Contexto do Desenvolvimento da Proposta:

A paisagem urbana sempre foi uma forma de retratar valores coletivos do modo de coabitação em um território, produzindo identidade e vínculo com o "espaço", que se hierarquiza no sentido de "lugar" (Tuan, 1983). Com o vertiginoso crescimento da ocupação urbana e de uma sociedade que tem no urbano a sua principal forma de habitar, deixando o território não-urbano apenas como o local da produção, cabe avaliar a rapidez de transformação e a falta de expressão da construção da cidade, em virtude dessa mudança nos tempos e nos valores.

Como colaboradores da ciência urbana, e como formadores de profissionais da área, temos a responsabilidade de trazer para a discussão o *estado-da-arte* (*state-of-the-art,* bases conceituais) e o *estado-do-desenho* (*state-of-the-design,* propostas de materialização e concretização) do que acontece com o planejamento, gestão e construção da paisagem urbana. Nosso olhar apresenta o recorte das tecnopolíticas no que se refere à aplicação de métodos e técnicas baseadas em geoprocessamento, como base para representação, análise, simulação e proposição da paisagem urbana.

Defende-se o emprego das tecnologias digitais como forma de trabalhar com a informação organizada, compartilhada, decodificada e com princípios de visualização que favoreçam a ponte entre propositores da transformação urbana, sejam eles poder público, empresariado e profissionais do projeto do território e cidadãos, posto que a paisagem urbana é um bem coletivo. Não tendo como objetivo substituir qualquer agente do processo, a tecnologia, e sobretudo a tecnologia de geoinformação, é apoio para a tomada de decisões, pois serve como plataforma comum onde uma nova linguagem é compartilhada, e é formada nova semântica nas interlocuções.

O geoprocessamento é um termo usado mais especificamente no Brasil. Em outros países é mais comum o emprego da expressão GIS – *Geographic Information System*, que no Brasil é traduzido por SIG -Sistemas de Informações Geográficas. Alguns autores usam também os termos Sistema Informativo Geográfico, posto que nem todas as variáveis envolvidas no sistema são geográficas, mas sim o sistema é geográfico, porque todas as informações precisam ser georreferenciadas (amarradas por sistemas de projeções e coordenadas em suas posições na Terra); e há autores que usam o termo Sistema de Informações Georreferenciadas. O importante é que o Geoprocessamento, é um conjunto de geotecnologias composto por: coleta e tratamento da informação (com destaque para Sensoriamento Remoto e Processamento Digital de Imagens de Satélite, *Global Positioning Systems* e Mapeamento por Laser Scanner); armazenamento da informação (com destaque para Sistemas de Informações Geográficas, Gerenciamento Eletrônico de Documentação e Infraestrutura de Dados Espaciais); e produção de Análise Espacial (emprego de modelos de combinação de variáveis, distribuição territorial e simulações de cenários e transformações). É um conjunto de métodos e técnicas que promovem um significativo progresso na representação e análise da Terra (Moura, 2003).

O conjunto de tecnologias de geoinformação configura um complexo potencial de emprego de softwares, métodos e modelos. Diante das muitas possibilidades que são apresentadas a um pesquisador, o ponto chave é uma adequada escolha metodológica, em virtude dos objetivos a serem alcançados. Houve significativa ampliação ao acesso a dados, mas a etapa de preparo dos dados para os processos ainda é de muito empenho, de modo que os passos precisam ser bem calculados e planejados. O planejamento de processos a serem empregados é fundamental, posto que um labirinto

de possibilidades se abre para o pesquisador. É um labirinto de excesso de informação que pode ser tão perigoso quanto a ausência de informação.

Cientes de que este seria um passo importante para planejadores e usuários de tecnologias de geoinformação, nos anos 90 foram iniciadas discussão sobre os processos que estariam nas bases do planejamento territorial, visando as discussões de metodologias e o melhor aproveitamento das muitas potencialidades dos Sistemas de Informações Geográficos. Começaram os estudos e congressos acerca do PSS – *Planning Support Systems*, termo proposto por Harris (1989).

Batty (2007) apresenta interessante reflexão sobre esse processo histórico, e separa dois eixos de interesse na temática: "Identificamos dois eixos principais - a mudança para visualização, que domina a nossa intense interação com o computador, e o movimento para divulgar e compartilhar softwares de fornecimento de dados e de ideias em toda a web"[1] . Batty et. al. (2001) também defendem: "Pelo contrário, o foco está atualmente em visualização para fins muito mais pragmáticos, como o movimento a que parte de 2 dimensões em prol da 3ª. dimensão na construção de modelos de cidades virtuais, bem como a divulgação de displays para fins mais genéricas de comunicação e participação"[2]. O desenvolvimento do PP-GIS (*Public Participation Geographic Information*) hoje é uma realidade no planejamento das cidades americanas, e em algumas cidades brasileiras é possível atingir esse objetivo.

Assim, autores de relevância reconhecem que estamos no momento de usar os recursos digitais a favor da ampliação da participação, mas esta participação precisa ser melhor orquestrada. Cabe destacar que existe um processo de transformação de dados em informação, e de transformação de informação em visualização. Visualização não é só receber o dado, mas é receber o acesso ao dado e à informação de modo a favorecer a compreensão de processos. Entende-se a visualização como um esforço para representar uma abstração da realidade, com o objetivo de simplificar o complexo conjunto de informações e colocar o foco em processos, e não em fatos (MacEachren, 2001, 2004). É a visualização do relativo, e não do absoluto, porque a intenção é facilitar a compreensão de um projeto de intervenção na paisagem, e o significado da intervenção de acordo com o seu contexto (Moura, 2014). A visualização, nesse sentido, não é do produto final, mas das fases do processo, porque o objetivo é a tomada de decisões.

É nesse contexto tecnológico que se encontram atualmente os gestores e planejadores, diante da necessidade de adotar as novas tecnologias, mas ao mesmo tempo de construir uma base conceitual para avançarem em novas metodologias que explorem ao máximo o potencial disponível. Não cabe adotar novas tecnologias em velhas metodologias. Segundo Peuquet e Marble (1990) as tecnologias de geoinformação já passaram pelas etapas de "*process-oriented approach*", "*application approach*" e "*toolbox approach*". Alguns autores defendem que a principal contribuição contemporânea seria a "*visualization approach*", para favorecer a participação cidadã (MacEachren et al., 2004; Kingston, 2007; Abukhater and Walker, 2010; Andrienko et al., 2011; Pensa et al., 2013; Manovich, 2004; Ferreti et al, 2014; Ferreti et al, 2015). Moura (2015) e Steinitz (2012) defendem que junto com a visualização, para favorecer a participação de diferentes atores, é o momento, sobretudo, de investir em arcabouços metodológicos ("*methodological frameworks*") para evitar o labirinto de aplicativos e possibilidades, colocando o foco em Sistemas de Suporte ao Planejamento (PSS – *Planning Support Systems*).

[1] "*We identify two main drivers – the move to visualization which dominates our very interaction with the computer and the move to disseminate and share software data and ideas across the web"*.

[2] "*Rather the focus is currently on visualization for much more pragmatic purposes such as the move from 2-dimensions to 3 in the construction of virtual city models, and the dissemination of displays for more generic purposes of communication and participation*".

O Processo de Planejamento tornou-se alvo de interesses, como potencial para se orquestrar as muitas etapas de aplicação dos recursos de tecnologia, com destaque para o objetivo de tornar as etapas claras para os agentes envolvidos, de dar ampla visualização aos diferentes usuários e, com isto, cooptar o interesse em participação.

Moura (2003) apresenta um esquema a ser seguido no emprego de tecnologias de geoinformação para análise espacial, deixando claro que elas se baseiam na aplicação de modelos, e que todo modelo é um recorte da realidade. Um modelo apresenta um recorte temporal, quando apresenta um retrato de uma realidade datado, mas que pode ser dinâmico se favorecer a simulação de possíveis retratos da realidade. Um modelo apresenta um recorte territorial, pois é aplicado para uma área, sabendo dos problemas de efeito de borda. Um modelo apresenta um recorte conceitual, pois traduz os valores do grupo que define a sua estrutura, e a maneira como decodificam uma realidade. E um modelo é um recorte metodológico, pois são escolhidas maneiras de se representar a complexidade, a partir da eleição de um conjunto de variáveis e das relações entre elas, assim como pelos métodos que vão estabelecer os parâmetros de representação da realidade. Pelo exposto, toda modelagem é um recorte, e as escolhas precisam ser claramente comunicadas. A riqueza está em tornar o processo de modelagem uma caixa aberta, para que qualquer escolha possa ser refeita e ajustada, em função dos valores vigentes.

O interesse em orquestrar o processo de emprego de geotecnologias no planejamento e gestão territorial se ampliou, sobretudo com investimentos em visualização e processos consultivos junto aos cidadãos. Em 2012 Steinitz propôs a estruturação de um processo especifico, composto por um conjunto de passos a serem seguidos, que potencializam o emprego de geotecnologias nas várias etapas da gestão territorial: um *framework* (estrutura metodológica) que adotou o termo "Geodesign" que já vinha sendo usado por outros pesquisadores. Ele publicou *"A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design",* traduzido para o português pela Prof. Ana Clara Mourão Moura, coordenadora deste projeto (Steinitz, 2012, 2016) (Fig. 01).

Fig. 1 – Tradução do livro de Steinitz por Ana Clara Mourão Moura, 2016[3].

[3] STEINITZ, Carl. Um framework para o Geodesign: Alterando a Geografia através do design. Tradução Ana Clara Mourão Moura, revisão Patrícia Finelli. Esri Press, Redlands, Califórnia – EUA, 2016. 224 p. Disponível em: https://www.amazon.com.br/Framework-Para-Geodesign-Alterando-Geografia/dp/15894847

A *framework* do Geodesign é composta por seis etapas que podem ser traduzidas por modelos destinados à caracterização, análise, simulação e proposição da paisagem, em interações e iterações de decisões que visam permitir a compreensão e participação de diferentes atores da questão urbana. O autor explica que as questões devem ser respondidas mais de uma vez pela equipe envolvida, o que ele chama de iterações. A resposta a cada uma dessas questões é o desenvolvimento de modelos abstratos cujos parâmetros são específicos para cada situação de análise e cada condição local.

Uma das vantagens do Geodesign é tornar claro para os cidadãos as ações de gestão do território, e permitir que os urbanistas atuem de acordo com a vontade coletiva. No processo, no caso de desacordo entre os cidadãos, devem ser desenvolvidas alternativas de projeto (*designs*). O Geodesign não é um processo linear, mas deve conter *loops* e *feedbacks* para ajustes dos modelos e estudo das melhores soluções. A defesa em prol a participação dos cidadãos é amplamente discutida na literatura, e alguns autores, entre os quais são citados Batty (2013), Steinitz (2012) e Goodchild (2010) que defendem as geotecnologias e seus roteiros metodológicos nesse processo.

As seis questões que Steinitz (2012) sugere como *framework* do Geodesign, e que devem ser traduzidas como modelos, são:

1. *How should the study area be described in content, space and time? - Representation Models.*

2. *How does the study area operate? Process Models* - entender as relações funcionais e estruturais da paisagem.

3. *Is the current study area working well? - Evaluation Models* - verificar se estão sendo atendidas as expectativas e as necessidades dos cidadãos, das condições para o equilíbrio ambiental e dos valores culturais.

4. *How might the study area be altered? - Change Models* - verificar como seria possível alterar a área de estudo.

5. *What differences might the changes cause? - Impact Models* - analisar diferentes possíveis resultados de escolhas para o território.

6. *How should the studied area be changed? - Decision Models* - responder o que é a paisagem ideal, considerando expectativas e valores coletivos.

Uma vez estruturadas as seis etapas, que são os modelos, a *framework* propõe que sejam realizadas iterações dos processos, na forma de *looping*, em 3 repetições de aplicações do conjunto de modelos, para ajustes à realidade e às necessidades da investigação. A primeira iteração é destinada a responder às "*WHY questions*". A segunda iteração visa a revisão dos métodos de pesquisa, para avaliar se ela foi conduzida corretamente segundo objetivos do processo, e por isto o autor a chamou de "*HOW questions*". A terceira iteração propõe responder às questões de "*What*", "*Where*" e "*When*", já com emprego de dados mais consistentes e selecionados nas etapas anteriores, permitindo realizar simulações de cenários futuros alternativos e julgamento de cada possibilidade. (Fig. 02).

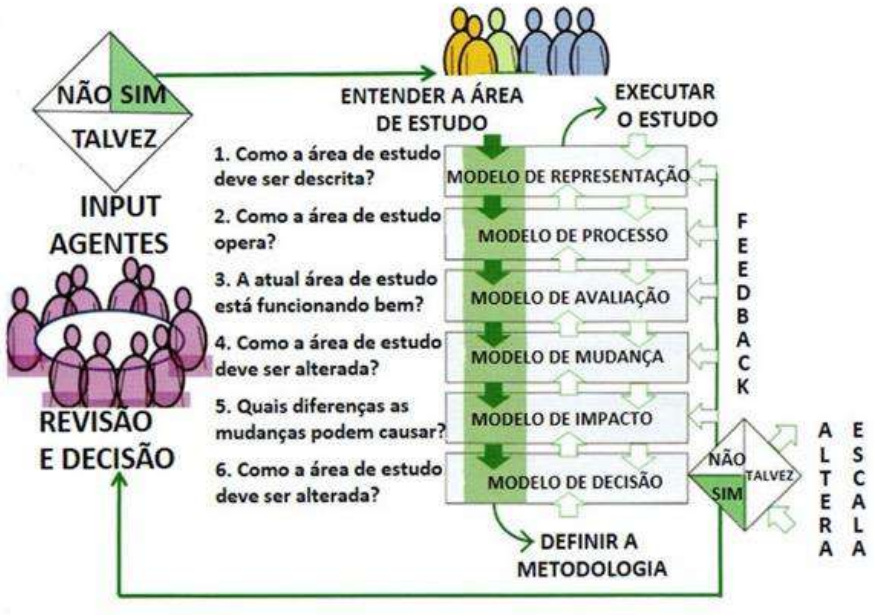


Fig. 02 – Framework do Geodesign, por Steinitz (2012, 2016).

O processo do Geodesign visa fazer do urbanista um decodificador da vontade coletiva, pois os projetos devem resultar em paisagem que tenha pregnância com o lugar. Geo+Design = Desenhar "para" e "com" o território.

Cientes de que somos os primeiros – *e os únicos* – a aplicar Geodesign no Brasil, aprofundamos na construção de roteiros metodológicos que favorecem o novo planejamento do território. Estamos capacitando outros grupos no Brasil, a exemplo dos eventos internacionais ocorridos em Belo Horizonte (Geodesign South America 2017) em Florianópolis (Geodesign South America 2019) e em Palmas (Geodesign South America 2021) com participação de pesquisadores da América do Sul e com palestras de professores da Europa e dos Estados Unidos, mas ainda assim tudo o que é publicado sobre o tema no Brasil é em coautoria com pesquisadores do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG, que coordena o presente o projeto através da Prof. Ana Clara Mourão Moura. O foco é explorar o potencial do geoprocessamento para propor novos métodos de planejamento e gestão territorial que se apoie no *framework* do Geodesign e aplique conceitos e métodos de Sistema de Suporte do Planejamento (PSS – *Planning Support System*), Geovisualização, Participação Cidadã, Crowdsourcing Mapping (mapeamento colaborativo por mídias sociais), Modelagem Paramétrica, todos eles orquestrados por roteiros a serem propostos e favoreçam a simulação e a construção de decisões dobre futuros alternativos da paisagem antropizada.

A framework do Geodesign foi empregada através dos eixos de investigação, aplicados a estudo de caso de conflitos de interesse ambiental e urbano, e em expressivo crescimento urbano:

- Como a área de investigação territorial pode ser descrita? Através de seu primeiro retrato por construção e tratamento de robusta coleção de dados sobre o território, com o emprego de recursos de *Volunteered Geographic Information* (Mapeamento ativo com participação cidadã) e Sistemas de Informações Geográficas.

- Como acontecem os processos de construção da paisagem urbana? Através da aplicação de Parâmetros Urbanísticos. Coube investigar se eles são adequados, com vistas a se rever Planos Diretores. Foi estudada a evolução dos parâmetros urbanísticos no Brasil e foram simulados seus impactos na paisagem urbana por Modelagem Paramétrica da ocupação antrópica no território e, sobretudo, foram produzidas análises diagnósticas de estudos de caso brasileiros com o suporte do Geoprocessamento.

- Como dizer se a paisagem urbana e sua expansão funcionam bem? Através de análises diagnósticas e prognósticas apoiadas por geoprocessamento, construindo modelos de representação, processos e avaliação e se apoiando em cartografia dinâmica, que significa a partir de uma alteração em uma variável ter visualização de resultados. Nesta etapa se explorou amplamente recursos de Análise de Multicritérios, inclusive produzindo textos conceituais e de orientação de seu emprego para que outros pesquisadores possam se beneficiar de nosso conhecimento.

- Como a área pode ser alterada? Através de estudos que favoreceram a integração de atores para discutir os possíveis futuros alternativos para a paisagem. Esses atores são os representantes da sociedade, na forma de gestores, políticos, técnicos e diferentes setores da participação cidadã. O grande desafio foi considerar os conflitos de interesse e chegar a uma decisão compartilhada. A compreensão de limitações e potencialidades é um caminho para aceitação de uma proposta sustentável. O Geodesign é base para isto, em processos de cocriação e geocolaboração. Destaca-se que foi produto da presente pesquisa e da tese de doutorado de um de seus membros a plataforma brasileira de Geodesign, adaptada a nossas características culturais.

São produzidos produtos parciais e finais de Geodesign, de suas etapas de investigação e calibração, das revisões e ajustes, da construção de acordos coletivos, é a elaboração de um processo metodológico que serve de referência para um “Plano Diretor de Paisagem”, escala de atuação do planejamento *inexistente* no Brasil.

No Brasil, a modelagem da paisagem legalizada ainda acontece de modo extremamente morfométrico, sendo raras as situações em que outros parâmetros tenham sido testados ou aplicados. O planejamento urbano ainda é muito modernista, e os planos diretores ainda mantêm a lógica de quando foram iniciados no período Vargas, no estado novo, anos 40: como processos de intervenção do estado sobre a construção da paisagem coletiva, engessada na prática do zoneamento. A expectativa é que as tecnologias, e mais especificamente das tecnologias de geoinformação, empregadas nos estudos de possibilidade de aplicação de novos parâmetros, ou mesmo revendo valores dos parâmetros em vigência, possam favorecer a visualização e promover escolhas mais conscientes por parte dos cidadãos.

As investigações permitem que se promova a discussão mais sobre o “urbanismo”, e menos sobre os “urbanistas”. O processo permite, sobretudo, que diferentes agentes da transformação do território passem a atuar como decodificadores da vontade coletiva, e não como propositores de projetos autorais que seguem apenas seus valores individuais. (Moura et al., 2014).

Ao final da pesquisa, o grupo apresenta uma expressiva coleção de informações sobre:

- A caracterização do Quadrilátero Ferrífero, em todos os possíveis aspectos de sua paisagem cultural, ambiental, geofísica, rural e urbana;

- A revisão bibliográfica crítica e o histórico das normativas que incidem sobre as questões ambientais e urbanas, com o destaque para a ausência no Brasil de normativas relacionadas à gestão e proteção da paisagem;

- A elaboração de um número expressivo de workshops de Geodesign, não só no Quadrilátero Ferrífero, mas no Brasil e no mundo, com vistas a experimentar diferentes métodos e técnicas em diferentes condições, para se ajustar o framework de trabalho e desenvolver ferramentas e aplicações. Além de promover ampla experimentação científica com diferentes usuários e em diferentes condições de trabalho, as iniciativas nos colocaram em posição de destaque no mundo como investigares-chave em Geodesign;

- A elaboração de muitos workshops de Geodesign e diferentes recortes espaciais e abordagens temáticas no Quadrilátero Ferrífero, resultando em conjunto de propostas para a área.

- No período de ampliação do prazo de entrega do relatório foi realizado o mais importante workshop, com caráter integrador e conclusivo. Foi o workshop que resultou na definição de Unidades de Paisagem e do Plano Diretor da Paisagem para o Quadrilátero Ferrífero, o que foi detalhadamente registrado no livro de 610 páginas:

MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

Disponível em: https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

b.2. O estudo de caso

A metodologia derivada do Geodesign se baseia em uma representação da paisagem através de diversas variáveis e na construção de uma base de dados georreferenciada que possibilitam a aplicação de modelos de análises espaciais. A essas variáveis é associada uma ponderação de valores cujo arco incorpora valores contemporâneos e valores históricos, na medida em que nos interessa cotejar questões atuais com o patrimônio histórico-cultural das regiões em estudo. Os resultados nos permitem uma reflexão sobre os usos adequados das paisagens notáveis mais importantes em nossa localização em Minas Gerais: o Quadrilátero Ferrífero. O Quadrilátero Ferrífero é a principal área de acervo patrimonial e cultural do estado, não só pela presença de cidades históricas e obras de arte, mas também pela paisagem notória, recursos naturais, e pelos ambientes transformados pela exploração mineral. O foco está em contemplar o gerenciamento de conflitos de interesse, bem como opções para o uso antrópico dessas paisagens, e em que bases é possível garantir um equilíbrio dinâmico de interesses.

O Quadrilátero Ferrífero é área de paisagem notável e que traduz o *genius loci* do estado de Minas Gerais, Brasil. Os primeiros viajantes chegaram a Minas Gerais guiados pelas cadeias de montanhas do Quadrilátero Ferrífero, onde foram descobertas riquezas minerais e instaladas as primeiras cidades, que hoje compõem acervo do patrimônio histórico brasileiro (Fig. 03, Fig. 04).

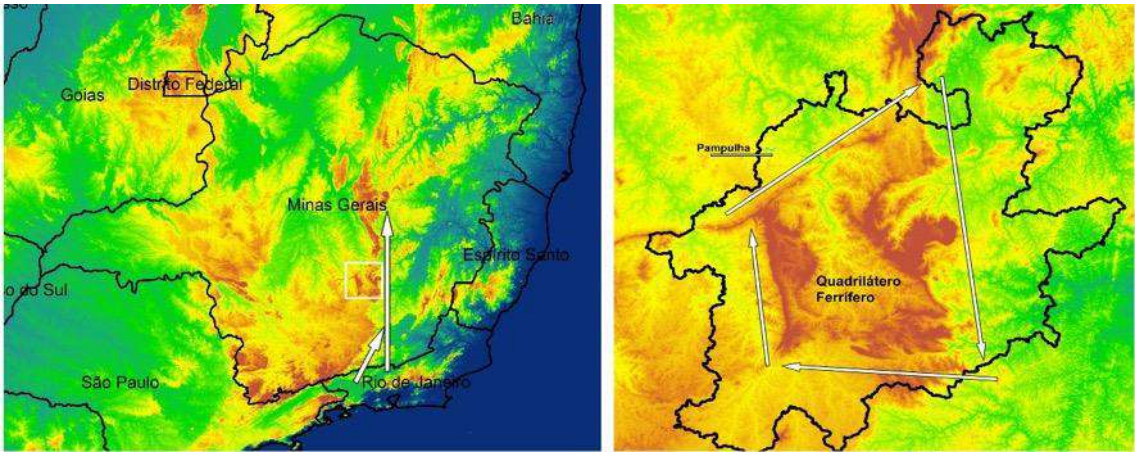


Fig. 03 – Quadrilátero Ferrífero – A ocupação histórica do interior do Brasil: a descoberta dos recursos de minerais e a formação da rede urbana, de valor histórico. A paisagem urbana e ambiental de valor notório. Fonte: a autora, Prof. Ana Clara M. Moura.

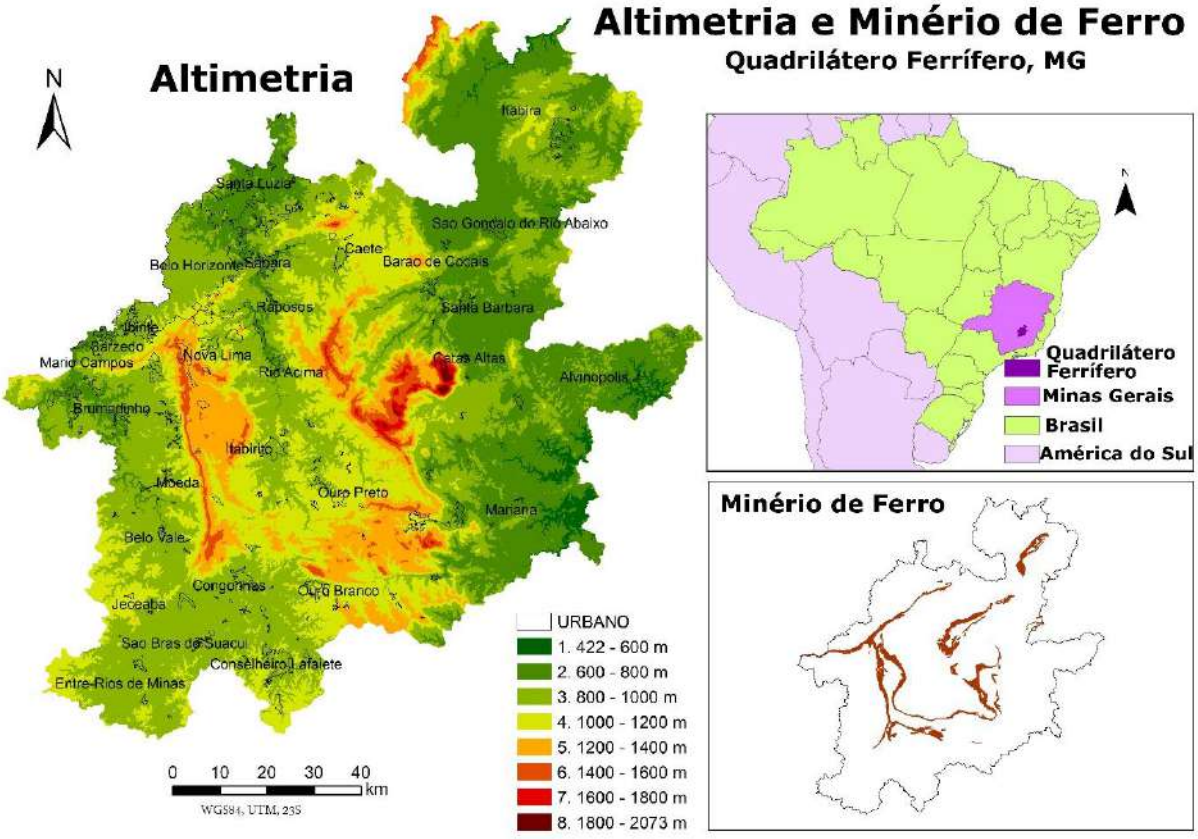


Fig. 04 – Quadrilátero Ferrífero – A paisagem topográfica. Fonte: MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

A região do Quadrilátero Ferrífero, entendida como unidade geológica, está localizado no Centro–Sul do Estado de Minas Gerais, abrangendo uma área de aproximadamente 7.000 km² com aproximadamente 3,2 milhões de habitantes (Minas Gerais, 2009). Ocupa uma região circundada de serras que possuem altitudes em torno de 1.000 metros e há picos com elevação altimétrica superior a 2.000 metros, sendo elas: a Serra do Rola Moça, Serra do Curral, Serra da Piedade, Serra do

Espinhaço, Serra do Gandarela, Serra do Caraça, Serra de Ouro Preto, Serra de Ouro Branco e a Serra da Moeda. É composto por importantes cidades do ciclo do ouro e do minério de ferro, entre elas Ouro Preto, Mariana, Ouro Branco, Congonhas, Catas Altas, Santa Bárbara, barão de Cocais, Caeté, Novas Lima, Brumadinho e Conselheiro Lafaiete. É também composto por paisagens notáveis em parques, unidades de conservação e reservas particulares do patrimônio natural (UCs e RPPNs). Nele estão nascentes do Rio Doce e do São Francisco. Por outro lado, a cidade de Belo Horizonte está na borda do Quadrilátero Ferrífero, embora destoe particularmente do restante da área, tendo sido incluída pelas fortes conexões de deslocamentos e serviços.

É uma área que guarda importante patrimônio cultural e ambiental, composto por construções arquitetônicas únicas, conjuntos urbanos, fontes de abastecimento de água e paisagens de referência, mas é também área de expressivo potencial econômico de mineração e de interesse de avassalador crescimento urbano. O seu valor ambiental é notável não só por causa dos fragmentos remanescentes de Mata Atlântica e campo rupestre, mas também porque é uma área de transição entre os biomas de Mata Atlântica e Cerrado, com paisagens naturais significativas compostas pelas montanhas que são cognitivamente e muito estreitamente relacionados com a imagem de Minas Gerais.

O Quadrilátero Ferrífero é uma área de conflitos de interesse, pois é de expressivo valor econômico, ambiental, cultural e social. É importante território da mineração brasileira e possui jazidas que têm tanto valor que deram nome ao minério no mundo (minério de Itabirito); possui paisagem cultural e histórica que relata a ocupação humana em Minas Gerais (cidades do ouro e paisagens do ferro); é área de expansão e dinamização urbana no eixo sul de Belo Horizonte sentido Rio de Janeiro, sentido Nova Lima e sentido Ouro Preto; e possui paisagens ambientais notáveis. Tudo no mesmo território.

A rede de cidades, os valores ambientais e a paisagem notável estão em dinâmica transformação em virtude das atividades de mineração e de crescimento das malhas urbanas. Cabe a discussão de expectativas sobre futuros alternativos da paisagem para dar base para a proposição de um *Plano Diretor de Paisagem*, também com vistas a gerenciar conflitos de interesse na área do Quadrilátero, sobretudo diante do último cenário que enfrenta Minas Gerais, com o desastre ambiental de rompimento da barragem em Mariana. A falta de um "Plano Diretor de Paisagem" deixa a sociedade brasileira *fragilizada* quando é necessário definir valores, potencialidades, restrições, futuros alternativos. O presente estudo é contribuição científica, acadêmica, ambiental e social (Fig. 05).

Fig. 05 – Paisagem cultural notável do Quadrilátero Ferrífero - Economia e Patrimônio.

Em função de seu valor inquestionável e seu forte vínculo com a cultura mineira, o Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG elegeu o território como sua área de pesquisa desde a sua criação, em 2010, quando o seu logotipo já era o desenho do QF, mas os estudos se potencializaram através do apoio do Edital Universal 2016 do CNPq (Fig. 06).

Fig. 06 – Logotipo do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG. Visite o site: http://geoproea.arq.ufmg.br/

Contudo, cabe destacar que os estudos do referido Laboratório optaram por um recorte territorial diferente do que é, na literatura, reconhecido como Quadrilátero Ferrífero, quando os mapas apresentam apenas o corpo ferrífero identificado por Door em 1969, quando ele define a região. Para o autor, o QF era definido pelo corpo ferrífero. Contudo, como os objetivos do Laboratório de Geoprocessamento estão relacionados ao planejamento regional, seria necessário considerar alguma unidade territorial de análise que favorecesse ações de planejamento, de modo que foram recortados todos os municípios que estão da área. Os limites de trabalho do Quadrilátero Ferrífero, desta forma, coincidem com os limites das somas dos municípios que compõem a área de 11.713 km2, em 28 municípios que são: Alvinópolis, Barão de Cocais, Belo Horizonte, Belo Vale, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Entre-Rios de Minas, Ibirité, Itabira, Itabirito, Jeceaba, Mariana, Mário Campos, Moeda, Nova Lima, Ouro Branco, Ouro Preto, Raposos, Rio Acima, Sabará, Santa Bárbara, Santa Luzia, São Brás do Suaçuí, São Gonçalo do Rio Abaixo e Sarzedo (Fig. 07).

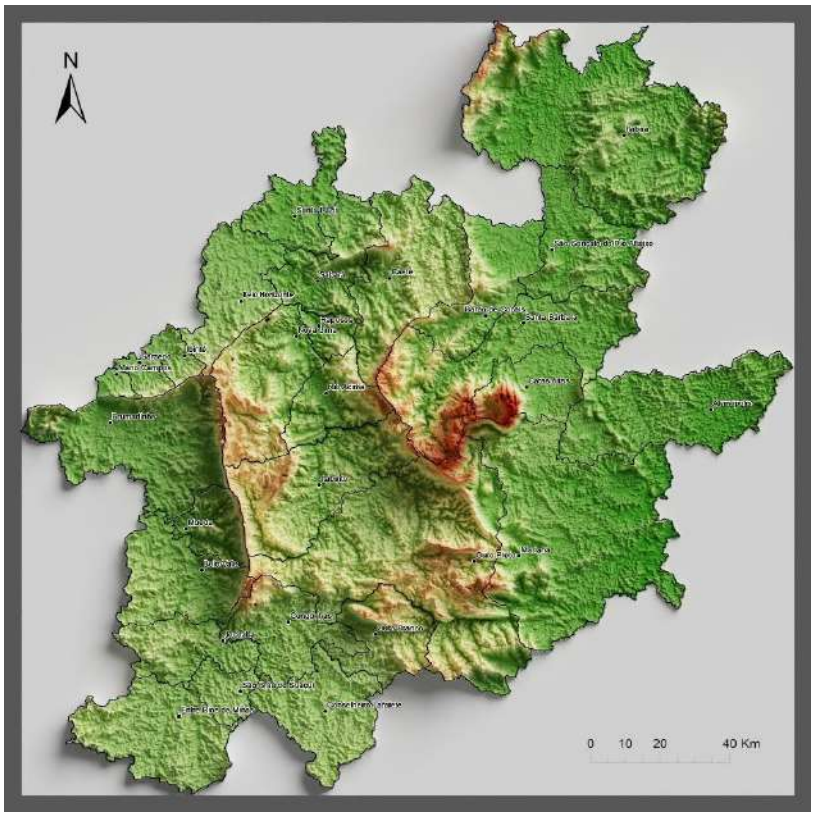


Fig. 07 – Recorte Quadrilátero Ferrífero – área de estudo definida pelos limites municipais, e não apenas pelo corpo ferrífero. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG.

Foi realizado estudo em escala territorial sobre o Quadrilátero Ferrífero, em uma série de aplicações relacionadas à metodologia do Geodesign, com vistas a dar subsídio para a proposição de um "Plano Diretor de Paisagem". Foram discutidas as adaptações do método às especificidades brasileiras. O produto final é um roteiro metodológico apoiado em tecnologia de geoinformação (por geoprocessamento), que pode ser seguido por outros pesquisadores para se elaborar um *Plano Diretor de Paisagem*, em escala territorial e em diferentes escalas de interesse. Nos testes elaborados para se definir o método em alguns momentos trabalhamos com a escala de bairro, em outros com a escala de regional municipal, em outros na escala regional de todo Quadrilátero: os testes foram sendo feitos, com o apoio de pesquisas de alunos de pós-graduação, e a partir dos resultados parciais obtidos foi-se construindo o mosaico metodológico, que é o principal produto desta pesquisa. Além, é claro, do robusto material cartográfico e na forma de Sistemas de Informações Geográficas e de Infraestrutura de Dados Espaciais que foram produto exclusivo da pesquisa, ainda que de elaboração a partir de dados de fontes oficiais, mas ainda assim elaborações por processos de análise espacial. Somam-se aos dados cartográficos um conjunto de capturas elaboradas por drone, com vistas a promover a geovisualização das unidades e âmbitos de paisagem identificados no território, um dos produtos fundamentais elaborados nas investigações, que identificam recortes homogêneos e o *genius loci* de cada porção, o que é base para a elaboração de qualquer planejamento estratégicos para a área.

Todo o material é 100% acessível através no site do Laboratório de Geoprocessamento (todas as publicações, exceto aquelas relacionadas a revistas pagas, mas o acesso está informado; assim como todos os mapas produzidos pela pesquisa). Além disto, a síntese de nossos estudos, registrados na forma de contribuição ao estado-da-arte (bases conceituais e reflexões críticas) e ao estado-do-desenho (nossas propostas de definição de unidades de paisagem em escala rural urbana, ambiental e geossistêmica) estão publicados no livro já citado resultante da pesquisa (Fig. 08):

MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

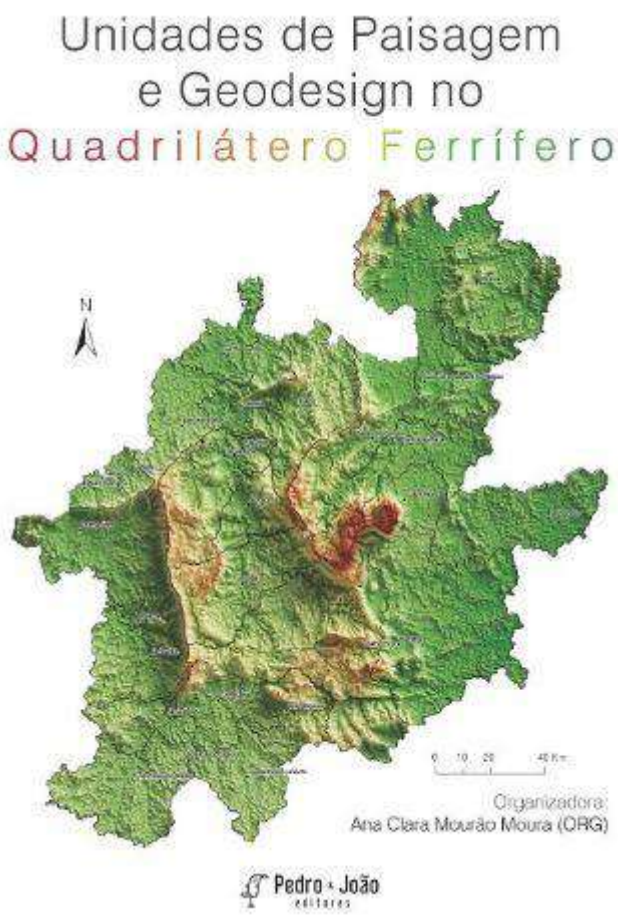


Fig. 08 – capa do livro: MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675. Disponível em: https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

b.3. Justificativa

O projeto se justificou na atualidade de sua temática, em vista dos graves problemas de transformação da paisagem (desastres ambientais relacionados à atividade de mineração no Quadrilátero Ferrífero) e em função de um interesse, ainda que muito incipiente, em planejamento de paisagem no Brasil. Observa-se que a temática é trazida pela primeira vez no Estatuto da Cidade (Lei 10.259 de 2001), quando se fala ainda que muito brevemente quando apresenta no capítulo 2 os Instrumentos da Política Urbana e indica que deve ser elaborados “Planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social”, mas depois limita o conceito de “paisagem” aos estudos de EIV (Estudos de Impacto de Vizinhança). Então pode-se afirmar que o mencionado estatuto, tão importante para o planejamento territorial, deixa muito a desejar no quesito paisagem e em qualquer escala, seja ela urbana ou em escala regional. A referida lei deixa apenas a contribuição já prevista na Constituição Federal de 88, que é a da participação cidadã das discussões e planejamento do território.

Os Planos Diretores estão previstos na constituição federal desde 1988 para municípios acima de 20 mil habitantes ou pertencentes a Regiões Metropolitanas. Mas foi a partir do Estatuto da Cidade, de 2001, que os Planos Diretores adquiriram caráter municipal e não apenas urbano (o que significa incorporar todo o território, e não apenas as manchas urbanas, nos planejamentos e gestões) e que

foram incluídos municípios que, mesmo com menor número de habitantes, possuem paisagens notáveis e precisam ser objeto de planejamento. É a primeira vez que se fala em paisagem, mas ainda não há instrumentos suficientes para se contemplar este quesito.

Resta então se apoiar talvez no único instrumento que pode dar algum alento ao tema: A chancela da Paisagem Cultural Brasileira, prevista pela Portaria Iphan 127/2009. Nela se define que a "Paisagem Cultural Brasileira é uma porção peculiar do território nacional, representativa do processo de interação do homem com o meio natural, à qual a vida e a ciência humana imprimiram marcas ou atribuíram valores." Pelo menos já se começa a falar de paisagem, já se começa a perceber que isto é um bem, mas se limita ao discurso do "singular", não entendendo a paisagem como uma questão mais ampla, que deveria ter planos específicos. O instrumento de Chancela das Paisagens Culturais Brasileiras, proposto pelo IPHAN em 2009, por sua vez, tem como foco um elemento ou outro da paisagem, mais para fins de tombamento, e com limitações quanto à capacidade de gestão de usos e ocupações territoriais. Cabe avançar como já acontece há muito tempo em outros países, com destaque para a Itália, por exemplo, que trabalha há muitos anos com o conceito desde 1939.

Na Itália os planos que consideram a paisagem começam pela Lei 1089/39 que a reconhece como de valor histórico e cultural e, sobretudo, pela lei 1497/39 que trata da "*Protezione delle bellezze naturali*" (proteção da beleza natural), e evolui significativamente para a questão da tutela dos bens paisagísticos e ambientais na lei 431/1985 e na Diretiva 42/2004. O conceito de paisagem é trabalhado naquele país há muito tempo, através dos Planos Paisagísticos que são feitos em escala regional e que são baseados em planejamento estratégico, a partir do qual então se elaboram planos provinciais e planos municipais.

Na Europa já existem avanços bem mais significativos, relacionados à Avaliação Ambiental Estratégica, a *SEA – Strategic Environmental Assessment, Diretriz Europeia 42/2001 CE e a European Landscape Convention*, de 2004 (Council of Europe Treaty Series no. 176). Este é um dos motivos que justifica o envolvimento de pesquisadores europeus na presente pesquisa, pois além de conhecerem bem a normativa, atuam com tecnologias de geoinformação para apoio à elaboração de estudos dessa natureza.

No Brasil, a nossa condição de planejamento e gestão do território se limita ao estabelecimento de zoneamentos para uso e ocupação, e à tradução desses zoneamentos em Parâmetros Urbanísticos absolutamente morfométricos. Cabe, portanto, compreender os processos que resultaram nesse modo limitado de planejamento e gestão da paisagem urbana e ambiental no Brasil.

A intenção de modelar a paisagem antrópica existe desde que o homem passou a compartilhar espaços e precisou definir regras e condições de coabitação. A forma como se estrutura a divisão espacial das ocupações, e a forma como cada unidade individual responde à lógica comum, resultam na identidade, ou o que compõe o *genius loci* do lugar (Schulz, 1980).

O Brasil ainda tem muito o que evoluir em planejamento no tocante à paisagem, que não só não é contemplada por instrumentos que favoreçam ou definam seu planejamento, como não é entendida como um bem por parte dos cidadãos. É impressionante o fato desta escala de planejamento praticamente não constar na formação do arquiteto urbanista brasileiro, salvo em disciplinas isoladas. Nos estados Unidos, por exemplo, a formação deste profissional é dividida nas expertises de "Interior Planning" (planejamento de interiores), "Architecture Planning" (arquitetura de edificações), "Urban Planning" (planejamento urbano) e "Landscape Planning" (planejamento da paisagem). Quando de sua visita ao Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG, por ocasião do "Geodesign South America 2017", Carl Steinitz (professor emérito da Harvard University na temática de planejamento da paisagem) nos concedeu uma entrevista, na qual ele foi informado de que os currículos brasileiros não

tinham a mencionada abordagem de planejamento da paisagem, e diante do exposto e perguntada a sua opinião, ele respondeu: “Eu acho terrível. É estúpido e terrível. Porque seu país será destruído pela paisagem sendo destruída. Eu tenho um amigo, um amigo muito bom, ele diz que se a paisagem está errada, está tudo errado. Se sua paisagem é destruída, seu sistema de água é destruído, se seu sistema de água é destruído, esqueça a cidade. Ponto.” (Pinheiro e Steinitz, 2018).

Trecho da entrevista: [4]

“Rafael - On the same topic: as you know, we have no landscape planning courses in Brazil…

Carl - I think it’s terrible. It’s stupid and it’s terrible. Because your country is going to be destroyed by the landscape being destroyed. I have a friend, a very good friend, he says if the landscape is wrong it’s all wrong. If your landscape is destroyed, your water system is destroyed, if your water system is destroyed, forget about the city. Period, finished.”

Então estamos, de fato, atuando ainda de modo “estúpido” no Brasil. Mas para iniciarmos, precisamos retratar o território, que é um grande desconhecido. Mesmo o Quadrilátero Ferrífero, região tão importante para Minas Gerais. Foi surpreendente ver, ao longo dos workshops, que mesmo profissionais das ciências espaciais e das ciências sociais aplicadas desconhecem o QF.

A pesquisa desenvolvida produziu retratos valiosos sobre a paisagem do Quadrilátero Ferrífero, do ponto de vista ambiental, social e econômico. Mas a pesquisa foi, sobretudo, metodológica, pois o foco esteve em explorar as possibilidades do Geodesign apoiado pelo geoprocessamento para gestão de paisagens, com a intenção de gerenciar conflitos de interesse. Nos interessam, particularmente, as paisagens notáveis e de valor cultural que estejam passando por ações de rápida e expressiva transformação de crescimento urbano. O conflito entre a antropização do território na formação de áreas urbanas e a necessidade de preservar valores notáveis pode ser gerenciado por acordos coletivos quando se definem os futuros alternativos de uma área.

C) OBJETIVOS E METAS PROPOSTOS – TODOS PLENAMENTE ALCANÇADOS AINDA NA ETAPA DE SOLICITAÇÃO DE AMPLIAÇÃO DE PRAZO, MAS QUALIFICADOS A PARTIR NO MOMENTO QUE OBTIVEMOS MAIS TEMPO

Objetivo geral:

Testar a metodologia do Geodesign e propor um roteiro metodológico que promova a sua implementação com o apoio de geoprocessamento para a realidade brasileira, sobretudo para áreas de conflito de interesse em paisagens notáveis, resultando em contribuição para um futuro Plano Diretor de Paisagem.

[4] Como parte das atividades de Carl Steinitz no Brasil foi gravada entrevista, que se encontra disponível no canal youtube do Laboratório de Geoprocessamento e foi transcrita na revista italiana DisegnareCon: https://youtu.be/2VVm-64YukY

Objetivos Específicos:

● Manter em ativa colaboração e intercâmbio o sólido grupo de pesquisa nas discussões sobre novas tendências e valores em planejamento e gestão da paisagem urbana e ambiental, segundo novos caminhos nas tecnologias de geoprocessamento.

● Investigar e propor modelos para processos de simulação de produção e transformação da paisagem natural e paisagem urbana, por Geodesign e Geovisualização para a Modelagem da Ocupação Territorial.

● Aprender sobre procedimentos metodológicos empregados na caracterização e gestão da paisagem notável de interesse cultural na Itália, sobretudo sob a ótica da *SEA – Strategic Environmental Assessment, Diretriz Europeia 42/2001 CE.*

● Desenvolver processos metodológicos apoiados por tecnologias de geoprocessamento para promoção da visualização da informação sobre a paisagem urbana e ambiental, sobretudo para planejamento participativo e consideração dos valores dos cidadãos sobre seu território cultural.

● Contribuir para novas reflexões sobre processos metodológicos de planejamento urbano, com apoio em tecnologias de geoprocessamento e segundo a lógica do Geodesign, para o curso de Arquitetura e Urbanismo Noturno, cuja ênfase é em Planejamento Urbano, para o Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da EA-UFMG e para o Programa em Pós-Graduação em Geografia do IGC-UFMG.

● Difundir a cultura e prática do geoprocessamento em Minas Gerais e na América do Sul, atuando em áreas geograficamente escolhidas, visando à difusão da informação por efeito de irradiação dos resultados.

● Representar a missão da Universidade Pública frente à sociedade mineira, colaborando em regiões e temas carentes de recursos de conhecimento, sobretudo frente aos maiores desastres ambientais acontecidos no estado, os desastres de rompimento das barragens em Mariana e em Brumadinho, ambas no Quadrilátero Ferrífero, Quadrilátero Ferrífero, além de outras áreas com conflitos de interesse nas ações antrópicas e valores de paisagem. Se existissem Planos Diretores de Paisagem, os valores já estariam colocados e seriam referência para planos de recuperação e de intervenções no território, e os passos colocados pela pesquisa de ampla caracterização do território e de escuta cidadã sobre ideias para a área é o primeiro passo.

● Desenvolver métodos e técnicas sobre temáticas praticamente inéditas no Brasil, e sobre as quais os componentes da equipe possuem expertise, cada um seu campo: *Crowdsourcing* e *Crowdmapping* (*Volunteered Geographic Information* por plataforma web-based para receber contribuições de cidadãos), *Planning Support System*, Geodesign, modelos de análise especial com o uso de geoprocessamento e modelagem da paisagem regional e urbana.

● Solidificar o existente polo de apoio ao Geoprocessamento na UFMG, através do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura, e levar este conteúdo para as disciplinas de Planejamento Urbano, assim como disciplinas de gestão da paisagem urbana e ambiental e de estudos de uso do solo urbano.

Se somam aos objetivos inicialmente propostos, mas que foram também alcançados e que têm também muito valor:

● Realizar revisão bibliográfica sobre os termos principais trabalhados para, com base no entendimento da essência de como as tecnologias de geoinformação foram se associando a etapas de planejamento territorial (ambiental e urbano) para que se entendesse onde estariam, de fato, a reais contribuições nos estudos para que se desse um passo a mais na ciência.

● Orientar alunos de pós-graduação para que suas dissertações e teses contribuíssem na construção paulatina de aplicações de tecnologias de geoinformação em etapas específicas do Geodesign, ainda que suas aplicações não fossem exatamente em todo o Quadrilátero Ferrífero, mas que já fossem testes dos processos que gostaríamos de aplicar para depois serem adotados em toda a área de estudo.

● Através do estudo costurado de processos em Geodesign envolvendo todos os participantes do Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG manter o grupo coeso e interessado nas investigações realizadas para que, mesmo que qualquer aplicativo não fosse de interesse imediato no trabalho individual, fosse compreendido como construção metodológica de um grupo que se firma, cada vez mais, como referência no Brasil e no mundo.

● Envolvimento de novos pesquisadores internacionais, no Brasil, na Europa e nos Estados Unidos, não só no estudo de caso do Quadrilátero Ferrífero – com a finalidade de ouvir opiniões e ajustar nossa proposta metodológica – como também para absorção das ideias mais atuais no estado-da-arte (*state-of-the-art*) e no estado-do-desenho (*state-of-the-design*) nos estudos em Geodesign.

D) INDICADORES DE ACOMPANHAMENTO - São indicadores mensuráveis e praticados, TODOS MUITO SUPERADOS:

- A produção de base cartográfica para modelos de representação da área, com o apoio de geoprocessamento, na forma de Sistemas de Informações Geográficas.

Realizado: Foram gerados os seguintes mapeamentos (Modelos de Representação e Processos, que são elaborações a partir de dados de bases oficiais, de dados de satélites ou dados mensurados pelos pesquisadores) – 49 mapas. Destacando que mesmo aqueles cujos dados vieram de plataformas oficiais, todos eles passaram por elaboração de classificação, combinação com outros dados, aplicação de modelos de área de influência, modelos de representação e simbolização:

- Relevo/Altimetria
- Municípios/Limites
- Manchas Urbanas
- Limite Quadrilátero Ferrífero
- Tipos de Extração Mineral
- Estratigrafia Geológica agrupada segundo análises
- Direito de Lavra na Mineração
- Direito de Pesquisa na Mineração
- Potencial de Uso Urbano por Riscos Geológicos
- Áreas transformadas pela mineração a céu aberto
- Classificação Oficial Níveis de Bacias pela Agência Nacional das Águas
- Cursos e corpos d'água

- Risco de Ocupação segundo Declividades
- Risco de Contaminação de Aquífero
- Vulnerabilidade à Erosão
- Índice de Concentração da Rugosidade do Relevo
- Índice de Hack
- Unidades Geomorfológicas classificadas a partir de unidades de relevo pela CPRM
- Índice Geomorfológico de Potencial de Uso da Terra
- Cobertura do solo
- Risco à ocupação urbana
- Potencial de Uso Urbano por Riscos Geológicos
- Estradas segundo Acessibilidade Turística
- Eixos de Trilhas, trekking e mountain bike
- Recorte Topográfico de Topos - Picos de Serras de Interesse Visual
- Sítios Classificados como Pontos de Interesse de Visitação
- Unidades de Conservação de Uso Sustentável
- Unidades de Conservação de Proteção Integral
- Tipos principais de Vegetação
- Cristas e Serras de Ampla Visibilidade
- Níveis de Visada a partir de pontos notáveis da paisagem
- Soma de todas as visadas e separadas pelo tipo de paisagem vista
- Área Vista a Partir de Mirantes
- Serras Relevantes e Conjunto Topográfico para Patrimônio Cultural
- Pontos de Interesse de Patrimônio Cultural
- Bens Patrimoniais associados à atividade minerária
- Novos Assentamentos e Urbanizações
- Conexões entre aglomerados urbanas
- Hierarquia Urbana
- Aglomerados Urbanos
- Mobilidade de Acessos - Malha Rodoviária segundo padrões
- Estradas e Vias Urbanas
- Tipologia de Ocupação – morfologia urbana regular e irregular,
- Nível de verticalização da ocupação urbana
- Postos de saúde
- Escolas
- Rede de esgoto
- Renda Média
- Infraestrutura existente (Rede de Água, Rede de Esgoto, Coleta de Lixo)

Ampliado: A partir da ampliação de prazo, entre dezembro de 2020 e a presente data final, foram acrescentados estudos relativos a questões ambientais de clima e caraterização da cobertura vegetal, assim como caracterizações específicas elaboradas para a definição de unidades de paisagem rural, urbana, ambiental e Geossistêmicas.

Foram acrescentados os mapas:
- Alfabetizados
- Bacias Hidrográficas
- Coleta de Lixo
- Densidade de cabeceiras
- Densidade de drenagem
- Densidade de outorga de águas
- Densidade Populacional

- Domicílios próprios quitados
- Faixas de Estradas
- Fragmentos de vegetação – área núcleo
- Fragmentos de vegetação – conectividade
- Fragmentos de vegetação – fator de forma
- Mulher Chefe de família
- Percentual de Idosos
- Percentual de Jovens
- População Preta
- Potencial de Recarga Aquífera
- Qualidade das águas
- Sub-bacias e pontos de outorga
- Tipologia de ocupação urbana
- Aglomerados Subnormais
- Riscos de Barragens
- Temperatura Diurna
- Temperatura Noturna

Assim, no conjunto foram preparados mais 24 mapas que se somaram aos anteriores. A ampla coleção se encontra totalmente disponível na página:
https://geoproea.arq.ufmg.br/relatorios/cnpq-fapemig/mapas

Realizado: Foram gerados também mapeamentos de análise espacial (Modelos de Avaliação) a partir dos eixos de investigação Econômico, Ambiental e Social do Quadrilátero Ferrífero - 26 Mapas Síntese de Avaliação, com julgamentos de potencialidades e vulnerabilidades:

> Eixo de Investigação – Abordagem Social - Cultura, Educação, Habitação Social, Saneamento, Saúde, Expansão Urbana, Economia, Transporte, Ambiente, Infraestrutura, Riscos Geológicos, Transporte, Paisagem, Condições de Moradia.
>
> Eixo de Investigação – Abordagem Ambiental - Ecoturismo, Hidrografia, Paisagem, Vegetação, Empreendedorismo Sustentável, Expansão Urbana Sustentável.
>
> Eixo de Investigação – Abordagem Econômica - Ecologia, Uso Urbano, Mineração, Turismo, Recursos Hídricos, Espeleologia.

Ampliado: A partir da ampliação de prazo, entre dezembro de 2020 e a presente data final, foram acrescentados novos estudos relativos a sínteses de caracterização da área, sobretudo para se chegar à definição de unidades de paisagem rural, urbana, ambiental e Geossistêmicas. As novas análises geradas foram:

- Temperatura de Superfície
- NDVI – Índice Normalizado de Diferença de Vegetação
- Aspecto (orientação da encosta quanto à insolação)
- Análise Climática - Calor e Resfriamento
- Análise Climática - Carga Térmica e Potencial de Difusão
- Importância Hídrica
- Manchas Urbanas e Áreas de Influência
- Morfologia Urbana
- Morfologia Urbana e Verticalização

- Morfologia Urbana, Verticalizações e Áreas de Influência
- Rede Hídrica e Mancha Urbana
- Rede Hídrica e Risco de Barragens
- Riscos de Barragens e Manchas Urbanas
- Volumetria Edificada
- Concentração de Geossítios
- Concentração de Geossítios e Serviços Geossistêmicos
- Interesse em Minério de Ferro
- Minério de Ferro e Geomorfologia
- Serviços Geossistêmicos

Assim, no conjunto de análises foram preparados mais 19 mapas que se somaram aos anteriores. A ampla coleção se encontra totalmente disponível na página:
https://geoproea.arq.ufmg.br/relatorios/cnpq-fapemig/mapas

- - A coleta e tratamento de dados por mídia social (*crowdsourcing mapping* e *Volunteered Geographic Information*) que favorecem a compreensão dos valores cidadãos;

Realizado: Foi realizada através da criação de uma plataforma de WebGis & IDE & Geodesign elaborada como parte da Tese de Doutorado de um aluno (Christian Rezende Freitas, 2020) na qual é prevista uma funcionalidade de "Enriquecimento de Leitura". Trata-se de uma aplicação na qual o usuário tem acesso à ampla coleção de mapas de representação, processo e avaliação produzidos (apenas listados) e se informa sobre o território, ao mesmo tempo que registra informações adicionais que eventualmente podem não estar ainda na plataforma, na forma de contribuição em pontos georreferenciados contendo comentários, alertas, ideias. A funcionalidade já foi testada em 2 workshops acadêmicos, 1 workshop com pesquisadores internacionais (da Europa e dos Estados Unidos) e em 1 workshop conclusivo final da pesquisa (contando com diferentes participantes da sociedade). No total recebemos o registro de 161 contribuições, relacionadas às temáticas de Recursos Hídricos, Paisagem Notável, Cobertura Vegetal, Ecoturismo, Empreendimentos Sustentáveis, Expansão Urbana Sustentável, Serviços Sociais (Educação e Saúde), Saneamento e Habitação.

Ampliado: a partir da ampliação de prazo, foi promovido um novo e complexo workshop, o mais rico de todos. Ele teve como objetivo definir Unidades de Paisagem (áreas homogêneas com características identificáveis a partir de condições rurais, urbanas, ambientais e Geossistêmicas) e Âmbitos de Paisagem (áreas de recorte mais fino, para fins de planejamento estratégico). A equipe de pesquisadores seguiu as orientações das normativas italianas para o Plano Paisagístico para realizar o processo. A primeira etapa do processo foi uma escuta geral por parte dos colaboradores, utilizando a plataforma GISColab para a etapa de Enriquecimento de Leitura, sendo que a plataforma foi estruturada de modo a oferecer uma ampla coleção de dados na forma de IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais. Toda a coleção de caraterização da área de estudo foi colocada na plataforma *web-based,* e o princípio de *crowsourcing* foi usado no Enriquecimento de Leitura. O relato da experiência está no capítulo 11 do livro publicado, já mencionado, e de livre acesso:

MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

Disponível em: https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

- - Estruturação de um PSS – *Planning Support System* para a orquestração do processo de Geodesign;

Realizado: Foram testadas várias formas ou framework de se fazer o Geodesign, que é um processo de cocriação de ideias por geocolaboração para se enfrentar conflitos de interesse e que, por negociação e maximização de consensos, são construídas propostas que retratam os valores dos diferentes setores da sociedade. Inicialmente foi testada a framework de Steinitz (2012) que é um *Planning Support System* com base geográfica (associado a Sistemas de Informações Geográficas). O processo foi testado em 5 workshops do Quadrilátero Ferrífero, e em cada workshop se testaram algumas adaptações de processos mediante observação de resultados e performances de participantes.

Foram testados também mecanismos de negociação baseados em *serious games* (também conhecidos como gamificação) nos quais se propõe um processo (PSS) baseado em Gamedesign, que é um roteiro a ser perseguido por quem segue o jogo e que tem como finalidade fazer com que o participante, ao perseguir um objetivo, receba informações para a construção de opiniões e para a tomada de decisões. O processo foi desenvolvido na Tese de Doutorado de um aluno (Ítalo Sousa de Sena, 2019) e aplicado em estudo de caso em recorte em Ouro Preto, em área de conflitos entre patrimônio arqueológico e cultural, expansão urbana e valores ambientais.

Foi proposto novo roteiro de PSS (*Planning Support System*) para o Geodesign, através de plataforma brasileira que incorpora os recursos de WebGis & IDE & Geodesign e apresenta um novo framework de trabalho, adaptado à cultura brasileira, partir da Tese de Doutorado de um aluno (Christian Rezende Freitas, 2020) que realizou seus testes no Quadrilátero Ferrífero.

No total, 5 estruturações de PSS a partir do framework de Steinitz, 1 a partir de Gamificação e 1 como contribuição que se apresenta como novo framework de trabalho que se coloca para uso na plataforma brasileira de Geodesign, seguindo etapas específicas de envolvimento de diferentes atores no processo.

Este é o novo framework de PSS, baseado no uso dos princípios de WebGis & IDE & Geodesign para cocriação e geocolaboração, aplicado inicialmente no estudo de caso do Quadrilátero Ferrífero. Nele estão especificados etapas, atividades, atores envolvidos, relação entre as etapas, produtos parciais e produto final (Fig. 09):

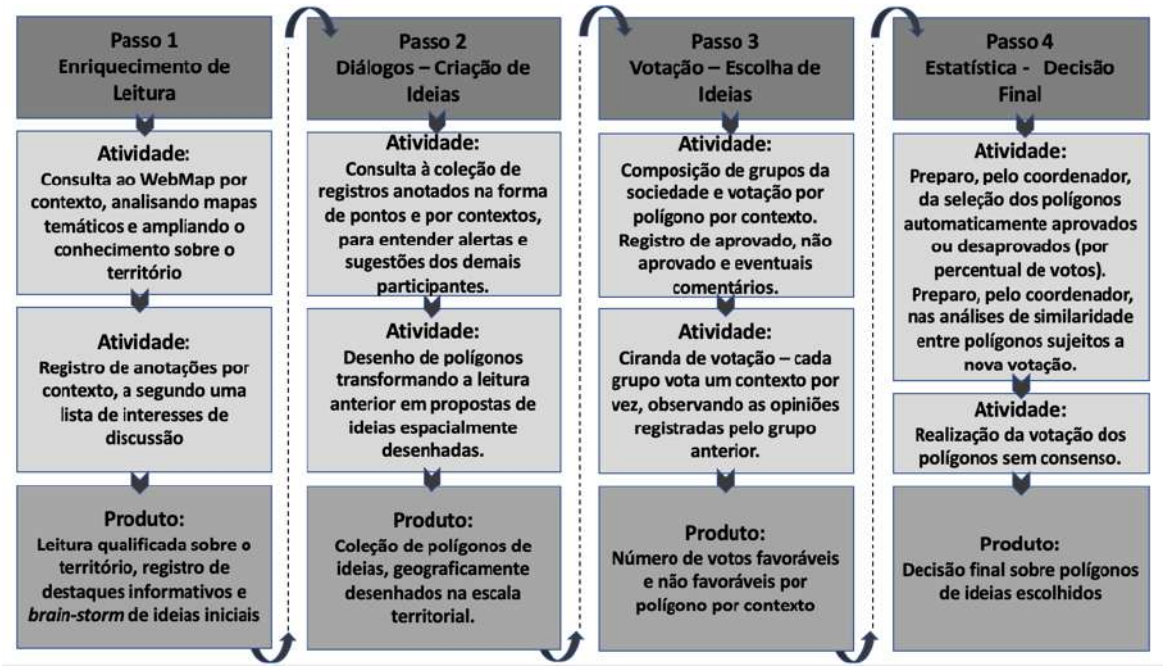


Fig. 09 – Framework de trabalho na plataforma brasileira de Geodesign

Ampliado: a partir da ampliação de prazo, e com a oportunidade de publicarmos o livro com as reflexões e experiências realizados, foi definido um novo framework de trabalho, que tem sido usado como referência nos estudos em Geodesign. Tivemos a oportunidade de escrever sobre ajustes, processos e motivações 04 do livro publicado, já mencionado, e de livre acesso:

MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

Disponível em: https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

Assim, a nova framework de trabalho, pensada como PSS geográfico (*Planning Support System* desenvolvido em plataforma de dados geoespaciais e *web-based*) é apresentada (Figura 10):

Fig. 10 – Framework otimizada de trabalho na plataforma brasileira de Geodesign. Fonte: MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

- - A promoção de workshops para aplicação da dinâmica de Geodesign na etapa de Modelo de Mudança (*Change Model*) para consideração da participação cidadã e envolvimento de pesquisadores técnicos, gestores e representantes da sociedade;

Realizado: Foram desenvolvidos 5 workshops na plataforma GeodesignHub (Ballal, 2015; Ballal e Steinitz, 2015) e 2 workshops na nova plataforma brasileira de Geodesign (Moura e Freitas, 2020). Assim, foram 7 workshops, bem mais do que os 4 previstos inicialmente no projeto inicial.

Os cinco workshops iniciais promoveram a abordagem do Quadrilátero do ponto de vista Econômico: 1 workshop com convidados externos (relatado na Dissertação de Mestrado de Pedro Benedito Casagrande, 2018); 2 workshops do ponto de vista Ambiental, um com o grupo da graduação e outro com o grupo da pós-graduação e em ambos com convidados externos (relatado na Dissertação de Mestrado de Lourdes Manresa Camargos, 2020) e 2 workshops do ponto de vista Social, com alunos da graduação e pós-graduação e convidados de outras instituições de ensino (Haddad, Moura, Cook, Lima, 2020). Eles foram conduzidos com o emprego a plataforma web-based de Geodesign desenvolvida por Ballal sob a orientação de Steinitz (2015), que nos autorizaram o uso, e resultaram em 5 "Designs", que são propostas de Planos Diretores da Paisagem, mas segundo os recortes Econômico, Ambiental e Social, separadamente.

A partir das avaliações e críticas de processos no GeodesignHub foi trabalhado um produto importante desta pesquisa, que foi a plataforma brasileira de Geodesign, e o novo framework de trabalho (PSS): "WebGis & IDE & Geodesign: cocriação e geocolaboração". Nessa nova plataforma foram realizados 2 workshops: um contando com colaboradores internacionais que vieram ao Brasil com o suporte da pesquisa e um workshop conclusivo final, de ampla participação por diferentes profissionais das áreas de ciências espaciais e ciências sociais (embora tivesse acontecido totalmente por videoconferência em função do período de isolamento social do Covid-19). O workshop por videoconferência foi um teste sobre esta possibilidade adicional do processo e da plataforma, que é a de realização de workshops a distância, experimentos que serão repetidos no futuro próximo para melhor avaliação das possibilidades.

Ampliado: quando solicitamos a ampliação de prazo, estávamos em plena pandemia do Covid-19 e não conseguíamos realizar reunião presencial de aplicação da plataforma, o que seria fundamental para as observações de usabilidade, interface, geovisualização e interoperabilidade. A experiência totalmente on-line já havia sido uma grata surpresa, mas havia mensurações que só conseguiríamos fazer estando no mesmo espaço físico que os participantes. E naquela época só gostaríamos de considerar que chegamos a um plano compartilhado de fato após reuniões presenciais. O fato motivou o pedido de ampliação, que foi autorizado.

Uma vez ampliado o prazo, tão logo a pandemia cedeu um pouco nas restrições, foram realizados dois processos fundamentais para a pesquisa: a captura de imagens drone em todo o Quadrilátero Ferrífero, para promover a geovisualização das Unidades de Paisagem, e o workshop de definição de Unidades de Paisagem, Âmbitos de Paisagem e organização de chaves de classificação através de elaboração de croquis e capturas drone. O produto principal deste workshop, além do amplo material informativo e visual, é um draft inicial do Plano Diretor da Paisagem, que pode ser usado como base para um plano a ser proposto oficialmente para a área (pois o nosso plano tem caráter de pesquisa científica, então não pode ser considerado um plano oficial e institucional, não obstante sua qualidade).

O relato do workshop está contido no capítulo 11 do livro publicado, e as chaves de classificação da paisagem com croquis e capturas drone está no capítulo 12 do livro de livre acesso:

MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

Disponível em: https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

- - A redação de relatórios sobre as investigações realizadas, na forma de artigos de Congressos nacionais e internacionais, artigos de periódicos e capítulos de teses de mestrado e doutorado;

  Números médios/mínimos previstos no projeto original versus números praticados:

  - Previsão de 2 Dissertações de mestrado, 5 teses de doutorado, 2 Bolsas de Iniciação Científica ou outras bolsas de graduação.

  Realizado e Ampliado: 7 Teses de Doutorado, sendo 5 defendidas (Nicole Andrade da Rocha, Bruno Amaral de Andrade, Ítalo Sousa de Sena, Christian Rezende Freitas, Danilo Marques de Magalhães), uma com defesa prevista para fevereiro/março de 2023 (José Irley Ferreira Júnior, na temática de parametrização/modelagem paramétrica), uma prevista para defesa em março de 2024 (Ashiley Adelaide Rosa, na temática de Geodesign). 4 Dissertações de Mestrado, sendo 3 Defendidas (Pedro Benedito Casagrande, Renata Nogueira Herculano, Lourdes Manresa Camargos) e 2 Dissertação de Mestrado em andamento (Fabiana Carmo de Vargas Viera, defesa prevista para março de 2023 e Flávia Las-Cazas de Brito, defesa prevista para março de 2024, ambas na temática de Geodesign). 7 Bolsas de Iniciação Científica: Bolsas IC-CNPq concedidas diretamente pela UFMG nos anos de 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022: Marina Magalhães de Castro, Verônica de Toledo Ramos (sem emissão de certificado por ter declinado antes do prazo), Débora Fernandes de Faria (por dois períodos), Camila Fernandes de Morais, Tiago Augusto Gonçalves Mello (por dois períodos).

  Para verificação dos certificados das bolsas de Iniciação Científica ou dos textos de Mestrado e Doutorado, indicamos acesso ao drive:

  https://drive.google.com/drive/folders/1HENBbOWBgbyNWqgCccH8Fu5myVujpj64?usp=share_link

  - Previsão de publicação de 1 livro, 3 contribuições em congressos internacionais por ano, 3 contribuições em congressos nacionais por ano, um artigo em periódico indexado por ano (previsão de 22 publicações).

  Realizado e Ampliado: 1 livro robusto de 610 páginas, 28 capítulos de livros, 30 artigos em revistas nacionais e internacionais, 7 artigos em revistas internacionais não classificadas pela Capes, 5 artigos de congressos, 5 teses de doutorado e 3 dissertações de mestrado.

- - 1 SIG (Sistema de Informações Geográficas), 1 VGI (*Volunteered Geographic Information*), 1 PSS (*Planning Support System*)

  Realizado: Na plataforma produto da pesquisa e da tese de Christian Freitas foi produzido um aplicativo que contempla todas as funcionalidades de Web-GIS/SIG, VGI (por participação ativa) e um framework de PSS. A plataforma tem sido chamada de Geodesign brasileiro, Web-Gis & IDE & Geodesign: co-criação e geocolaboração. Este é o estudo final do projeto, mas para chegar lá fizemos vários experimentos na temática, que aparecem nos artigos produzidos, em estudos de caso variados uma vez que o objetivo era fazer testes metodológicos, para depois se chegar a uma conclusão para o processo final principal para o Quadrilátero Ferrífero.

- - 3 Workshops com participação ampla de pesquisadores, técnicos, gestores e representantes da sociedade,

  Realizado: Conforme já explicado em item anterior, foram desenvolvidos 5 workshops na plataforma GeodesignHub (Ballal, 2015; Ballal e Steinitz, 2015) e 2 workshops na nova plataforma brasileira de Geodesign (Moura e Freitas, 2020). Assim, foram 7 workshops, bem mais do que os previstos inicialmente no projeto inicial. Nos 5 workshops com a plataforma Geodesignhub tivemos a participação de acadêmicos da graduação e da graduação, de profissionais de outras instituições de ensino (recebemos participantes das universidades PUC-Minas, Pitágoras – Belo Horizonte e UNESP – Rio Claro), de profissionais de setores públicos (estado e prefeitura). Nos workshops com a plataforma brasileira realizamos um workshop com professores visitantes internacionais dos Estados Unidos (Georgia State University e Iowa State University), da Itália (Università Degli Studi di Cagliari) e um segundo workshop com ampla participação de profissionais das áreas de geografia, geologia, engenharia de minas, urbanismo, biologia, engenharia ambiental. Então o envolvimento com a sociedade nacional e internacional foi maior que o previsto.

  Cabe destacar que além dos workshops específicos da pesquisa promovemos eventos de grande porte, para divulgar nossos trabalhos. Coordenamos um evento internacional em Belo Horizonte (UFMG) em 2017, o "GEODESIGN SOUTH AMERICA 2017 - Strategic Planning for Alternative Futures", Prof. Ana Clara M. Moura no papel de coordenadora" (participação de cerca de 140 pessoas); e em 2019 em Florianópolis (UDESC) o GEODESIGN SOUTH AMERICA 2019 – Risk Management, Urban Growth and Environment Protection", Prof. Ana Clara M. Moura no papel de subcoordenadora, juntamente com o Prof. Nilzo Ivo Ladwig. Coordenador: Prof. Francisco Henrique de Oliveira (participação de cerca de 100 pessoas). Em 2021 aconteceu em Palmas, Tocantins, o "GEODESIGN SOUTH AMERICA 2021 - co-creation by geocollaboration" coordenado pelo Prof. Édis Carvalho, da Universidade Federal de Tocantins, e pela Prof.a Ana Clara Moura, da UFMG (participação de cerca de 120 pessoas).

- - Modelos de Geoprocessamento para Representação, Análise e Simulação da paisagem urbana e ambiental

  Realizado: Conforme explicado em item anterior, foram gerados mapeamentos (Modelos de Representação e Processos) na forma de 49 mapas. Além deles, foram realizados Modelos de Avaliação para estudos de vulnerabilidades e potencialidades, tendo sido 26 Mapas Síntese. Como produto dos workshops de Geodesign foram produzidos 6 Modelos de Mudança de

Decisão, que são estudos propositivos de futuros alternativos da paisagem, sendo 1 deles segundo o recorte econômico, 2 segundo o recorte social, 2 recortes ambiental e um modelo final integrador de todas as propostas.

E) METODOLOGIA PREVISTA E EMPREGADA

A metodologia seguiu os seis passos do Geodesign:

e.1. Passo 1 - Como a área do estudo de caso pode ser descrita? ***How should the study area be described in content, space and time? Representation Model.***

Como Quadrilátero Ferrífero é nossa área de interesse especial, alguns primeiros mapas temáticos básicos da área já haviam sido elaborados. Contudo, toda a equipe do Laboratório de Geoprocessamento se empenhou em ampla caracterização da área de estudo, elaborando mapas relativos a uso do solo, cobertura vegetal, recursos hídricos, condições geológicas e geomorfológicas, áreas da mineração, uso urbano e suas condições morfológicas e de densidade e verticalização, aglomerados urbanos e suas relações, sistema viário e rodoviário e suas condições, distribuição de infraestrutura (água, rede de esgoto e coleta de lixo), distribuição de escolas e unidades de saúde, ocorrências de interesse de patrimônio cultural, campos de visada e paisagens notáveis, fatores socioeconômicos.

O grupo pesquisou e escreveu sobre metodologias de identificação, representação e visualização de valores notáveis da paisagem cultural. Artigos de revistas indexadas foram escritos sobre esta etapa de caracterização do Quadrilátero Ferrífero. Contudo, não só o QF (Quadrilátero Ferrífero) foi objeto de mapeamento, mas também outros recortes territoriais em diferentes escalas no QF (regionais municipais a exemplo Pampulha, áreas de expansão urbana em específico no eixo sul de Belo Horizonte e Nova Lima, áreas de interesse arqueológico em Ouro Preto, área de paisagem notável na Serra da Moeda, áreas de assentamentos precários na forma de ocupações irregulares socialmente fragilizadas como Dandara, Conjunto Paulo VI e Confisco).

O motivo destes outros recortes, que também exigiram a produção de Modelos de Representação nas escalas de investigação e de acordo com as análises a serem promovidas, foi que o grupo do Laboratório se empenhou em experimentar novos recursos em Tecnologia de Geoinformação (métodos, aplicativos e processos) e nos testes muitas vezes optamos por recortes específicos, nos quais era mais fácil ou mais interessante fazer um balão de ensaio inicial, que pudesse então gerar conhecimento a ser aplicado no grande estudo de caso coletivo, o QF.

Aconteceu até de investirmos em aplicações de Geodesign e de Modelagem Paramétrica fora do QF, nos estados do Ceará (recorte em Fortaleza), de Santa Catarina (recorte Balneário Camboriú e Terra Indígena Ibirama La Klano), e do Espírito Santo (Santa Leopoldina) pois em todos eles ajudamos pesquisadores locais a testarem nossos métodos, o que resultou em críticas, discussões e difusão da nossa investigação. Então a etapa de representar os muitos recortes territoriais e de representar o complexo território do QF foi muito robusta e gerou muitos subprodutos da pesquisa, o que pode ser comprovado pelas publicações, mas tem também o caráter não mensurável que é a irradiação dos conhecimentos e capacitação de pessoas de outros grupos.

e.2. Passo 2 - Como a área de estudo de caso funciona? *How does the study area operate? Process Model.*

Além de estudar as variáveis componentes principais que favorecem as transformações territoriais, na forma de catalizadoras, foram estudas as formas como acontecem as relações existentes no território.

Os Modelos de Processos são baseados em estudos de distribuição de ocorrências e eventos no espaço com o apoio do geoprocessamento, baseados em cartografia dinâmica e visualização da informação. Eles favorecem a transformação do dado (localizado na forma de pontos, linhas, polígonos e estrutura matricial) em informação espacialmente distribuída. Isto significa, por exemplo, ir além de localizar as escolas em um território, e representar também até onde vão as áreas de influência dessas escolas, para verificação da condição de atendimento pelo serviço. Significa transformar um mapa de declividades (que é um dado construído) na interpretação de áreas favoráveis à ocupação e expansão urbana em função das faixas específicas (dado transformado em informação espacial).

Significa, também como exemplo, identificar os pontos notáveis de mirantes naturais no território e deles mapear as paisagens visíveis segundo a classificação do que se vê. Significa também como exemplo em um trecho do território transformar dados de imagens de satélite de alta resolução em mapeamento bidimensional da cobertura vegetal e calcular o volume vegetado modelando o 3D da vegetação por nuvens de pontos LIDAR (*Light Detection and Ranging*) e a partir daí calcular a relação entre volume vegetado e volume edificado para iniciar um raciocínio sobre novos parâmetros urbanísticos incluído essas variáveis.

Significa avaliar padrões de morfologia da paisagem vegetal em recortes territoriais para se capacitar sobre o tema para empregos futuros de parâmetros relacionados ao tema. Significa conseguir modelar uma paisagem arqueológica por processo de gamificação, para que com o uso de aplicativos como o Minecraft se ensine o valor da paisagem cultural e do geopatrimônio para os estudantes. Significa o amplo investimento em produzir informações, que vão além de dados geográficos, mas são processos espaciais, bases para os estudos da pesquisa em amplo senso. Muito investimento foi também feito nesta etapa do estudo, e citamos aqui apenas alguns exemplos para ilustrar o que significa esta etapa.

e.3 – Passo 3: A área está funcionando bem? *Is the current study area working well? Evaluation Model.*

O modelo visa verificar se estão sendo atendidas as expectativas e as necessidades dos cidadãos (*stakeholders*), das condições para o equilíbrio ambiental, social e econômico e para o respeito aos valores culturais. Esta etapa foi um dos maiores objetivos, pois a expectativa foi o investimento em ferramentas de visualização que favoreçam que os usuários entendam o valor da paisagem e se capacitem para manifestar sobre suas expectativas.

Esta etapa resultou em Mapas de Vulnerabilidade e Mapas de Potencialidade em todos os estudos de caso realizados, seja no recorte escolhido, seja em todo o Quadrilátero Ferrífero. Muitos estudos em geoprocessamento param nesta etapa quer, com certeza, gera produtos de grande valor em uma pesquisa. Mas nós fomos além, nos outros modelos propostos.

Nesta etapa foram produzidos, para cada estudo de caso, uma coleção de mapas por Análise de Multicritérios baseados em Análise Combinatória ou por Pesos de Evidência. Isto significa a combinação de um conjunto de variáveis principais que interferem em um fenômeno ou condição territorial e que devem ser integradas para se construir retratos da realidade em análise segundo suas

condições de potencial de desenvolvimento, fragilidades ao uso e transformação, hierarquia de valor a preservar, prioridade em receber recursos e infraestrutura. O resultado é sempre um ranking hierárquico, com valores relativos do mais importante ao menos importante, que são uma base norteadora para a construção de políticas públicas, construção de opiniões coletivas e tomadas de decisão compartilhadas.

Cada estudo de caso, cada recorte, testou modelos avaliativos específicos e gerou suas análises. A um certo momento entendemos que somos detentores de conhecimento especialista sobre o método, e decidimos publicar artigos que orientassem as pessoas sobre como estruturar e elaborar um modelo de avaliação com o suporte do geoprocessamento, e assim tivemos este cuidado de difusão de conhecimentos sobre o estado-da-arte e o estado-do-design (conceitos e práticas) nas Análises de Multicritérios.

e.4. – Passo 4: Como a área pode ser alterada? *How might the study area be altered? Change Model.*

Na escala mais ampla a aplicação de Modelos de Mudança é feita através de aplicativos que lidam como lógica do "*If-Then*". Esta foi etapa complexa do processo, pois exige a estruturação de um PSS (*Planning Support System*), reuniões para promoções de dinâmicas de planejamento com diferentes grupos, orquestração de maximização de consensos, simulação de mais de uma proposta para os futuros alternativos da paisagem.

Após muitos testes realizados, o produto final optou pela construção de uma plataforma de Geodesign brasileira, na qual se aplica um processo de PSS Geográfico, apresentando um framework de trabalho, partindo de um Web-Gis & IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) e favorecendo aplicação de Geodesign. Contudo, antes de se chegar a esta proposta final, foram testados muitos caminhos, uns se mostrando promissores e outros ineficientes para a cultura brasileira.

Foram desenvolvidos diferentes estudos de caso com aplicação de processos para se simular e decidir mudanças na paisagem, em diferentes escalas. Entre os aplicativos computacionais testados podem ser citados ArcGis, CityEngine, Minecraft, Grasshopper + Rhinocerous, GeodesigHub, Vicon e Interoperability (UFRRJ), Invito (Siti-Polito), QGis, ETLs (Extract, Transform and Load). Eles aparecem nos relatos dos estudos de caso desenvolvidos, com finalidade de elaboração de testes que favoreceriam as decisões. Cada um teve sua performance adequada para uma etapa do PSS (Planning Support System) e para uma parte específica do processo. Todos foram parcialmente importantes, mas nenhum deles cumpre todas as etapas propostas. As soluções encontradas, por enquanto, são de definir frameworks de trabalho para cada objetivo específico segundo o estudo de caso e o recorte temporal, com destaque para a plataforma que começou a se delinear a partir dos estudos realizados.

Destacamos a importância do ArcGis no preparo dos workshops, do CityEngine na cartografia dinâmica e suporte à geovisualização e sobretudo de modelagem paramétrica, dos aprendizados sobre o importante papel da interoperabilidade aprendidos com o Vicon, do ETL na liberdade de programação de scripts e, sobretudo, dos aprendizados na elaboração da plataforma Web-Gis & IDE & Geodesign. Os estudos de caso relatados nos artigos discutem, a cada situação, os processos realizados.

e.5 - Passo 5: Que diferenças resultarão das mudanças? *What differences might the changes cause? Impact Model.*

O objetivo foi analisar diferentes possíveis resultados de escolhas para o território. Foram compostas sínteses de variáveis para identificar as áreas de melhor qualidade de paisagem nas áreas estudadas. A partir destas análises iniciais foram realizados workshops nos quais as pessoas propuserem ideias de políticas e projetos para o Quadrilátero Ferrífero, e elas foram avaliadas segundo a pertinência espacial, quantitativa e de custos gerais.

Esse tipo de análise exige esforços de investigação e proposição de *targets* (metas, referencias, limites, parâmetros), que são os limites definidos como máximos, aceitáveis e adequados à transformação. São índices que podem ser estudados a partir de referências americanas e europeias, mas que tivemos muita dificuldade de adaptação para a realidade brasileira pois não existem, como existem em outros países, estudos prévios sobre os custos médios das transformações espaciais ou mesmo expectativas métricas (segundo alguma referência numérica) de expectativas a serem alcançadas. Alguns índices são óbvios, por exemplo a expectativa é de promover a implantação de infraestrutura para 100% da população residente mais a relativa a áreas de expansão previstas.

Alguns outros não são tão óbvios, como quanto autorizar de crescimento da mancha urbana? Quanto esperar em hectares de incremento de áreas de programas de habitação? Quanto ampliar e qual o custo das implantações de recursos de transporte? Quanto custa o hectare de projeto de proteção ao patrimônio cultural e arqueológico? E por aí muitas perguntas que foram respondidas de modo relativo e não absoluto, como suporte aos processos de Geodesign, mas que não são tão bem estudadas no Brasil como são em outros países. Os nossos estudos permitem uma verificação média de expectativas, de modo ainda expedito e não detalhado. Esta é, também, uma etapa de muita complexidade na pesquisa. Os estudos de caso irão demonstrar isto.

e.6 - Passo 6: Como a área deve ser alterada? O que proponho para o lugar? *How should the studied area be changed? Decision Model.*

Para se trabalhar um território da complexidade do Quadrilátero Ferrífero, caracterizado por conflitos de interesse por ser área de valor econômico, ambiental, cultural e social; é necessária ampla condição para se responder o que é a paisagem ideal, considerando expectativas e valores coletivos. Nesse sentido, decidiu-se pela promoção de 5 workshops para que fossem construídas propostas de interesse Econômico (1 workshop), Ambiental (2 workshops) e Social (2 workshops) e ainda assim tentar costurar uma proposta única integrativa das muitas expectativas.

Em estudos de caso de diferentes recortes territoriais foram feitos testes para desenvolver modelagens baseadas em City Engine/ArcGis da ESRI e em Rhinoceros (Rhino3D) e Grasshopper, com vistas a simular os futuros alternativos e apresentá-los na forma de visualização em cartografia dinâmica. Foram produtos parciais importantes do estudo, pois geraram conhecimento especialista e publicações, assim como nos nortearam nas escolhas do que seria o framework final, quais aplicativos utilizar, como envolver pessoas e fazer a escuta cidadã. O grande desafio foi a adequação do roteiro metodológico e dos aplicativos para a realidade brasileira de modo a realmente favorecer a co-criação de ideias para futuros alternativos da paisagem por geocolaboração.

Cada um dos seis passos propostos apareceu, em maior ou menor intensidade, nos estudos de caso elaborados e que geraram artigos. No presente relatório é apresentado em mais detalhe, porque é de interesse específico, o processo dos workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero (etapas abordagem Econômica, Social e Ambiental), assim como o estudo integrativo final. Mas muitas abordagens paralelas aconteceram como testes conceituais, metodológicos e tecnológicos na criação do caminho da pesquisa, de seu framework.

F) PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS OU DE INOVAÇÃO DA PROPOSTA

Estiveram envolvidos pesquisadores com expertises ensinadas para o restante do grupo, sobretudo aos alunos de pós-graduação, sobre as seguintes tecnologias pouco conhecidas no Brasil, baseadas em geoprocessamento:

- Crowdsourcing mapping e VGI – Volunteered Geographic Information. Processos de captura, representação e georreferenciamento de informações sobre valores coletivos e individuais registrados por mídia de internet. Iniciamos os estudos com aplicações no estudo de caso do desastre de Mariana, quando capturamos na mídia social manifestações do pensamento coletivo georreferenciados na área de impacto imediato (contribuição passiva, através da coleta de dados que as pessoas postavam no Instagram – coletamos imagens e separamos nas tipologias de "memes", "vida cotidiana" e "paisagem"). Escrevemos um artigo sobre o processo. Contudo, ao longo do desenvolvimento da pesquisa, observamos que trabalhar com o VGI ativo, que é quando o cidadão colabora voluntariamente sabendo que está entrando em plataforma para fazer um registro ou uma contribuição, seria o caminho mais adequado. Neste sentido, na plataforma brasileira de Geodesign produzida há uma etapa do framework denominada "Enriquecimento de Leitura" na qual o cidadão registra opiniões, questionamentos, informações estratégicas, o que achar significativo para um processo de planejamento territorial.

- PSS – Planning Support System – Mecanismo de aplicação de lógicas de BPMS – Business Process Model and Notation. Processo de estruturação de etapas, definição de agentes e suas tarefas e responsabilidades, momentos de avaliação, revisão e calibração. Mecanismo que além de gerenciamento de etapas em um planejamento, no caso específico considera o fator territorial como referência. Em cada estudo de caso desenvolvido, a principal contribuição sempre foi relativa a processos metodológicos, o estado-do-desenho, o "como fazer". E assim fomos testando e construindo caminhos metodológicos em estudos de caso em diferentes recortes e sobretudo do Quadrilátero Ferrífero, até que se chegou ao framework final que é um PSS Geográfico, a plataforma brasileira de Geodesign que incorpora Web-Gis & IDE & Geodesign como cocriação e geocolaboração.

- SIG - Sistemas de Informações Geográficas – é um processo de captura, armazenamento, análise e construção de modelos de análise espacial de dados georreferenciados. Há a possibilidade de se estudar a incorporação da ótica da IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais – SDI – *Spatial Data Infrastructure*) caso um dos componentes da equipe seja aceito curso de doutorado e possa se dedicar a esse complexo processo. Esta foi uma das etapas mais importantes da pesquisa, pois foi feito um amplo investimento em modelos de representação, análise e simulação espacial com o uso do geoprocessamento e organizados na forma de SIGs – Sistemas de Informações Geográficas. Através da revisão bibliográfica realizada – o estado-da-arte – se compreendeu que o caminho para o consumo e distribuição da informação da informação geográfica hoje é, necessariamente, através da estruturação em IDEs (Infraestruturas de Dados Espaciais), onde são depositados e utilizados os modelos elaborados no SIGs. Também por revisão bibliográfica vimos que o caminho seria, necessariamente, a plataforma

web, e escrevemos artigos relatando estudos de caso de uso do Web-Map e do Web-Gis em ações de planejamento participativo, sobretudo como jovens e com comunidades socialmente fragilizadas. Exploramos IDEs temáticas, o que significa que não reproduzimos dados institucionais, mas sim elaboramos dados autorais e os entregamos via plataforma como suporte ao planejamento. Por este mesmo motivo é que a plataforma brasileira de Geodesign é, como explicado, Web-Based & IDE & Geodesign.

- Modelos de visualização – havíamos previsto o emprego da plataforma de geoprocessamento INVITO/POLITO, destinada a apoio a tomada de decisões com emprego de recursos de visualização. Mas através de nossos estudos vimos que ela não estava tão disponível como esperávamos e que poderíamos avançar muito mais através do uso de outras plataformas. Então realizamos estudos de caso e testamos outros recursos em tecnologia de geoinformação distribuída na web, incluindo estudo de caso internacional e testado com acadêmicos europeus, estudos de caso nacionais com jovens para entender o uso das tecnologias digitais pela nova geração, e estudos de caso nacionais em comunidades socialmente vulneráveis para verificar as capacidades no consumo da informação geográfica. Escrevemos artigos sobre as experiências. A partir das lições aprendidas, a plataforma brasileira de Geodesign incorporou os princípios de geovisualização pois se baseia no tripé Web-Gis & IDE & Geodesign.

- Modelos de simulação If-Then – havíamos previsto o emprego da plataforma de geoprocessamento Community Viz/ArcGis, destinada a simulações e cálculos de futuros alternativos, com ampla visualização a diferentes atores envolvidos. Contudo, através de vários testes realizados observamos que os estudos de If-Then seriam muito mais bem elaborados através das simulações paramétricas no CityEngine e no Grasshopper+Rhino, e que poderiam ser realizados estudos muito interessantes com a gamificação. A gamificação, também chamada de serious games, é uma forma de colocar o lúdico nas simulações para favorecer a compreensão de valores notáveis na paisagem, assim como o significado e as consequências das transformações no uso do solo. Neste sentido, através de uma tese de doutorado de aluno participante da equipe foram também realizados recortes de experiências como Minecraft.

- Modelos de simulação e visualização com a associação entre City Engine/ArcGis e Grasshopper e Rhinoceros (Rhino3D) para a construção de modelos baseados em Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial. Investimos particularmente nesses estudos, e publicamos artigos sobre recortes de estudo de caso em Minas Gerais (Pampulha), Ceará (trecho Fortaleza) e em Santa Catarina (trecho de Balneário Camboriú), pois queríamos envolver outros interessados em nossas reflexões. Este estudo ainda precisa ser feito em recortes territoriais menores, pois as simulações são complexas e exigem muita capacidade de processamento computacional. Assim, testamos e simulamos parâmetros urbanísticos que condicionam a paisagem urbana, com vistas à construção de críticas aos planos diretores. Realizamos modelagens baseadas em *visual-driven* e *objective-driven* e escrevemos sobre o processo em artigos. Então os softwares mencionados foram muito úteis na pesquisa. Em função da complexidade do tema, e por sermos absolutamente pioneiros nos estudos no Brasil, ainda temos muito o que avançar para conseguirmos trabalhar em larga escala, mas os estudos realizados, ainda que em recortes, já são contribuições importantes.

- Modelos de análise espacial SASE e ESDA (*Sensitivity Analysis to Suitability Evaluation e Exploratory Spatial Data Analysis*) para avaliar a distribuição territorial de fenômenos e ocorrências e o nível de incerteza contido nas análises. Realizamos recortes de estudos de caso e publicamos sobre o processo e suas possíveis aplicações, como contribuição ao estado-da-arte e ao estado-do-desenho. Mas após os testes não vimos tanta aplicabilidade aos estudos do Quadrilátero Ferrífero. Investimos, isto sim, em explorar processos metodológicos relacionados à integração de variáveis por Análise de Multicritérios, por Análise Combinatória e por Pesos de Evidência, trazendo a contribuição das

simulações por cartografia dinâmica, o que significa dar geovisualização de resultados que favorece ver dinamicamente novas cartografias resultantes de mudanças das variáveis. Escrevemos artigos sobre isto.

- O Framework do Geodesign - Modelos de análise espacial e apoio à tomada de decisões estruturados segundo a lógica do Geodesign. O objetivo é a construção de maximização de consensos no plano de paisagem futura para o Quadrilátero Ferrífero. A pesquisa realizou amplo investimento nestas temáticas em muitos estudos de caso, na Europa e no Brasil, sempre com o objetivo de verificamos as várias especificidades de um processo de Geodesign, até que através da elaboração da crítica chegássemos à nossa proposta, aplicada em detalhes do Quadrilátero Ferrífero. Muito material foi publicado nesta temática. Somo referência de Geodesign no Brasil e estamos difundindo nossos conhecimentos. Destaca-se a elaboração da plataforma brasileira de Geodesign, cujo primeiro teste foi com o Quadrilátero Ferrífero: Web-Gis & IDE & Geodesign: co-criação e geocolaboração.

- Não havia sido previsto no projeto, mas surgiu como questão importante a ser estudada, o princípio da "Interoperabilidade", entre máquinas e entre pessoas. Significa que independentemente do software ou plataforma utilizados, é necessário que haja diálogo entre recursos para que se possa navegar de um ambiente para outro sem perda de informação. Significa também que cada usuário trabalha em sua zona de conforto, usando as ferramentas às quais está acostumado, e ainda assim podemos todos trabalhar no mesmo projeto, o que é um princípio de inclusão digital. No ponto de vista de interoperabilidade entre pessoas, entendemos que independentemente do idioma, país, classe social ou formação precisamos garantir que as pessoas participem de processos decisórios sobre o território, em ações de construção de opiniões e de tomada de decisões. Então para que as pessoas participem também sem suas zonas de conforto são necessários investimentos em geovisualização. Começamos os estudos sobre interoperabilidade com a plataforma Vicon-UFRRJ, e escrevemos artigos sobre isto em colaboração com professor daquela universidade, e depois este princípio foi incluído na plataforma brasileira de Geodesign, na qual é possível fazer upload ou download de dados de qualquer natureza, assim como consumir dados de outras plataformas, por WMS (*web map service*). Fizemos muitos testes de geovisualização na modelagem paramétrica com o uso de CityEngine/ArcGis e Grasshopper/Rhino. Levamos as lógicas de geovisualização para a plataforma brasileira de Geodesign.

Os diferentes modelos de geoprocessamento propostos foram elaborados e adaptados para o estudo de caso do Quadrilátero Ferrífero e retratos em artigos e publicações de muitas naturezas (capítulos de trabalhos de pós-graduação, artigos de eventos, artigos de periódicos) e apresentados em palestras e veículos de divulgação. Foram escolhidos diferentes recortes territoriais, pois cada ferramenta e metodologia assim o exigia, e a construção do conhecimento foi feita através do mosaico das experiências realizadas.

Todas essas temáticas de emprego do geoprocessamento para análise, planejamento e gestão espacial são pouco conhecidas, ou mesmo não conhecidas no Brasil:

- O VGI e o *crowdsourcing* já começam a ter bastante uso, mas no estudo de caso o recurso foi moldado para favorecer a participação cidadã ativa (claramente respondendo a demandas sobre opiniões e informações estratégicas que eventualmente possam ter sobre um estudo de caso, em participação em workshop de planejamento territorial de futuros alternativos da paisagem).

- O PSS praticamente ainda não é conhecido no Brasil, salvo exemplos muito relacionados a BPMN. O PSS associado a Geodesign é novidade no Brasil, estando em teste por membros da equipe. O Geodesign é considerado um PSS Geográfico, pois define atores, ações, processos e estipula um framework no planejamento territorial.

- Sistemas de Informações Geográficas são muito usados, mas não com a robustez a que propusemos empregar, como base para a estruturação de modelos. A grande novidade foi a modelagem na forma de IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais.

- Modelos de análise espacial de dados, seguidos de análises de incertezas já começam a ser empregados no Brasil, mas muito pouco. Membros de nossa equipe foram um dos primeiros a publicar sobre a temática no Brasil.

- A temática de Modelagem Paramétrica em estudos urbanos é praticamente inédita no Brasil. Os primeiros artigos foram de membros da equipe. Há estudos sobre a temática para planejamento arquitetônico, mas não para Planejamento Urbano e da Paisagem. Embora seja a parte de maior desafio da pesquisa, pois exige muito processamento computacional, avançamos em recortes territoriais e estamos nos capacitando para modelagens de maior dimensão territorial. Escrevemos artigos com contribuições inéditas no que diz respeito a inovações metodológicas.

- A temática do Geodesign foi proposta pelo mais importante autor de *Landscape Planning* do em atuação na Europa e nos Estados Unidos, o Prof. Carl Steinitz (2012). O Prof. Steinitz, emérito da Universidade de Harvard, convidou a Profa. Ana Clara Mourão Moura para traduzir o seu principal livro para o português (*A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design*). A professora e sua equipe foram os primeiros a testar o Geodesign no Brasil, sendo até então os únicos. A metodologia é muito respeitada no mundo, e foi testada à luz das especificidades do Brasil para áreas de conflitos de interesse na transformação da paisagem. O professor esteve no Brasil e conduziu workshops com a nossa equipe por duas vezes durante o desenvolvimento da pesquisa. Contudo, a partir da experiência de condução de 35 workshops de Geodesign de diferentes naturezas construímos críticas para chegarmos à nova framework brasileira de trabalho.

Cabe destacar, ainda, o valor e a importância do estudo de caso. As metodologias e modelos foram aplicados para o Quadrilátero Ferrífero, coração de Minas Gerais, berço de nossa história cultural, urbana e econômica, e detentor de paisagens notáveis que traduzem nosso modo de vida. Foram realizados estudos (mapeamento complexo e análise espacial) que deram subsídios para a condução de 5 workshops de Geodesign para o QF segundo as abordagens econômica, social e ambiental, e para um grande workshop final de integração de resultados. Ainda precisamos realizar mais um workshop integrativo final, o que foi impedido pela epidemia do Covid-19, mas os resultados até então já são muito robustos.

O produto gerado é uma coleção de propostas para a área segundo diferentes olhares (cultura, turismo de natureza, valores ambientais, potencial econômico, infraestrutura e serviços, transporte, paisagem notável, habitação, expansão urbana, novos empreendimentos, entre outros) que foram organizados segundo o “habitar”, “cultura”, “ambiente” e “produção”. Este design final gerado por processo de cocriação e geocolaboração é o segundo passo para o Plano Diretor da Paisagem do QF, pois já é propositivo. O primeiro passo, também elaborado por nós e não menos importante, foi a ampla caracterização do território, o que tem caráter diagnóstico e prognóstico.

G) ORÇAMENTO DETALHADO – solicitado **R$59800,00, aprovado R$ 41.860,00**, sendo Custeio: R$ 25.760,00 e Capital: R$ 16.100,00. **Valor gasto: 41560,27**

g.1) Custeio – Total empregado 26349,56

Solicitamos apoio para a vinda dos professores pesquisadores de universidades italianas e americanas. Os professores desenvolveram junto à equipe brasileira os modelos de geoprocessamento no qual eles têm expertise, assim como participaram do desenvolvimento de estudo de caso do Quadrilátero Ferrífero e ministraram aulas, palestras públicas e foram membros de banca de avaliação de pós-graduação sobre as temáticas.

g.1.1) Passagens aéreas para professor pesquisador italiano– R$4938,66

Passagens Prof. Michele Campagna – R$4938,66 (quatro mil novecentos e trinta e oito reais e sessenta e seis centavo) trechos Cagliari/Roma/São Paulo/BH e retorno São Paulo/Roma/Cagliari. Passagem comprada em 2019, para vinda do professor no final daquele ano. O professor participou das atividades no período de permanência no Brasil:

- Trabalho de campo no Quadrilátero Ferrífero para interpretação e reconhecimento da paisagem cultural;

- Lançamento e avaliação da plataforma brasileira de Geodesign, através de workshop sobre a temática do Quadrilátero Ferrífero;

- Ministrou disciplina de 15 h/a no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo sobre a temática de SEA & Geodesign (*Strategic Environmental Assessment*, normativa europeia de planejamento territorial, e o Geodesign);

- Foi membro de banca de avaliação de Qualificação de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo;

- Deu palestra no "Geodesign South America 2019" e participou do workshop de Geodesign no evento.

g.1.2) Passagens aéreas para os pesquisadores das universidades americanas– R$16290,90

Passagens para o Prof. Brian Antony Orland e para a Prof.a Mônica Amaral Haddad – R$ 8569,89 (oito mil quinhentos e sessenta e nove reais e oitenta e nove centavos) Prof. Brian, trecho partindo de Atlanta e R$7721,01 (sete mil setecentos e vinte e um reais e um centavo) Prof. Mônica, trecho partindo de Aimes. Trechos: Atlanta/SP/BH; Ames/BH, BH/Ames. Passagens compradas em 2019, para vinda do professor Brian no final daquele ano e para vinda da Prof. Mônica no primeiro semestre de 2020.

O nome do Prof. Brian não constava inicialmente entre o grupo de pesquisadores no plano aprovado junto ao CNPq, mas como o conhecemos depois, quando ele dirigia o grupo mundial de estudos em Geodesign (IGC – International Geodesign Collaboration), o identificamos como peça-chave para avaliar os nossos processos e pedimos autorização de inclusão de seu nome, o que foi devidamente avaliado, aprovado e protocolado pelo CNPq.

O professor Brian Orland participou das atividades no período de permanência no Brasil:

- Trabalho de campo no Quadrilátero Ferrífero para interpretação e reconhecimento da paisagem cultural;

- Lançamento e avaliação da plataforma brasileira de Geodesign, através de workshop sobre a temática do Quadrilátero Ferrífero;

- Realizou discussão conceitual e apresentou seus estudos sobre "*Landscape Planning*" para participantes do Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG;

- Foi membro de banca de avaliação de Qualificação de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo;

- Deu palestra no "Geodesign South America 2019" e participou do workshop de Geodesign no evento.

A professora Mônica Amaral Haddad participou das atividades no período de permanência no Brasil:

- Testes e avaliação da plataforma brasileira de Geodesign, através de workshop sobre a temática do Quadrilátero Ferrífero;

- Foi membro de banca de avaliação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia e de uma banca de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo;

- Foi responsável pela condição de um dos workshops de Geodesign Quadrilátero Ferrífero sobre o recorte Social;

- Redigiu com o grupo do Laboratório de Geoprocessamento um artigo sobre a experiência publicado no importante periódico internacional indexado "The Professional Geographer".

Subtotal em passagens aéreas – R$21229,56 (vinte e um mil duzentos e vinte e nove reais e cinquenta e seis centavos).

g.1.3). Diárias – R$ 5120,00

Diárias para permanência em Belo Horizonte e no Quadrilátero Ferrífero – 16 diárias de R320,00 cada. Foram destinadas 11 diárias para o Prof. Michele Campagna, que ficou mais tempo entre nós ministrando aulas e avaliando o novo protótipo brasileiro de Geodesign (valor 3520,00) e 5 diárias para o Prof. Brian Antony Orland (valor 1600,00).

g.2) Capital

g.2.1) Assinatura de softwares – R$15210,71

A Escola de Arquitetura não possuía mais a assinatura anual Site Licence ArcGis para todo o período da pesquisa, então a aquisição da licença para o período de dois anos foi fundamental (maio 2018 a maio 2020). Sem esta assinatura não teria sido possível desenvolver o projeto.

O ArcGis/ESRI foi fundamental em todas as etapas de produção de dados, construção de modelos de análise espacial, construção de diagnósticos e preparo para os workshops de Geodesign. O aplicativo City Engine/ESRI também foi fundamental, uma vez que ele é o único a associar modelagem paramétrica e sistema de informações geográficas em modelos de simulação de paisagens futuras e associando recursos de programação através de parâmetros, cartografia dinâmica, representação 3G, Sistema de Informações Geográficas, análise espacial, banco de dados georreferenciados e abertura para programação por Python, o que nos favoreceu nas ações de modelagem e na construção de pacotes de aplicativos.

Adquirimos também a licença Rhinoceros (Rhino3D) para o Laboratório de Geoprocessamento, o que significa R$8000,00 (oito mil reais). Ele foi fundamental para a etapa de Modelagem Paramétrica, para ser usado juntamente com o Grasshopper.

g.2.1.1) Licença Laboratório do ArcGis/City Engine/ESRI – R$11420,71

g.2.1.2) Licença Laboratório do Rhinoceros (Rhino3D) – R$3790,00

	Quant	Diária	Valor		
Passagens aéreas Michele Campagna			4938,66	Subtotal Passagens	Total Passagens e Diárias
Passagens aéreas Brian Antony Orland			8569,89	21229,56	26349,56
Passagens aéreas Mônica Amaral Haddad			7721,01		
Diárias Michele Campagna	11	320	3520,00	Subtotal Diárias	
Diárias Brian Antony Orland	5	320	1600,00	5120,00	
Software Rhino 6			3790,00	Subtotal Softwares	Total Softwares
Software ArcGis/CityEngine			11420,71	15210,71	15210,71
Total Geral Gasto					
41560,27					

Valor devolvido através de GRU:
299,73

Obs.: Recibos comprobatórios foram colocados na plataforma Carlos Chagas do relatório.

H) CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

O cronograma seguiu as 6 etapas de trabalho previstas pelo framework do Geodesign, que foram cumpridas corretamente em diferentes estudos de caso e nas diferentes abordagens metodológicas testadas, cumprindo todas as previsões realizadas.

h.1. Passo 1 - Como a área do estudo de caso pode ser descrita? *How should the study area be described in content, space and time? Representation Model.*

h.2. Passo 2 - Como a área de estudo de caso funciona? *How does the study area operate? Process Model.*
h.3 – Passo 3: A área está funcionando bem? *Is the current study area working well? Evaluation Model.*
h.4. – Passo 4: Como a área pode ser alterada? *How might the study area be altered? Change Model.*
h.5 - Passo 5: Que diferenças resultarão das mudanças? *What differences might the changes cause? Impact Model.*
h.6 - Passo 6: Como a área deve ser alterada? O que proponho para o lugar? *How should the studied area be changed? Decision Model.*

As únicas diferenças frente ao previsto em projeto foram:

- Alguns softwares e aplicativos que imaginávamos que iriam atender plenamente em algumas etapas não se mostraram eficazes, a exemplo: InViTo (SITI/Polito); Community Viz. Já outros nos surpreenderam positivamente: Grasshopper+Rhino 3D, Vicon (UFRRJ), ArcGis/CityEngine. Outros foram suporte importante em alguns workshops (GeodesignHub). Mas destaque deve ser dado aos estudos por ETL (*Extract Transform and Load*) e os estudos de Web-Gis & IDE & Geodesign na nova plataforma brasileira de Geodesign. Todos os testes foram realizados e seguiram protocolos de pesquisa para se decidir pelos melhores resultados e performances.

- Alguns participantes (alunos, professores e pesquisadores) que inicialmente tinham previsão de colaborarem com a pesquisa acabaram tendo atuação nula ou limitada. Por outro lado, outros foram incorporados e engrandeceram a equipe da pesquisa. Isto também é um processo natural de ajuste, quando apenas os dispostos se atraem, e fazem da oportunidade um momento de encontro científico de grande valor para a sociedade.

I) IDENTIFICAÇÃO DE TODOS OS PARTICIPANTES DO PROJETO

I.1 – Relação de participantes (total de 15 professores universitários/pesquisadores; 5 alunos de doutorado; 3 alunos de mestrado; 4 alunos de graduação. Total de 27 participantes):

Professores Universitários e Pesquisadores:

i.1.1. Ana Clara Mourão Moura – papel no projeto: Coordenadora da pesquisa e do Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG. Desenvolvimento de métodos e processos de Modelagem Paramétrica de transformação da paisagem. Discussões sobre contribuições ao Plano Diretor de paisagem do Quadrilátero Ferrífero. Desenvolvimento de modelos de análise, visualização e simulação de transformações na paisagem. Orquestração de todo o processo de Geodesign, com participação nos modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisões. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana)

i.1.2. Clodoveu Augusto Davis Júnior – papel no projeto: Professor do DCC-UFMG que atuou no desenvolvimento de processos de captura de dados por mídias sociais, por crowdsourcing e crowdmapping, com emprego de VGI (*Volunteered Geographic Information*) para compreensão dos valores coletivos. Promoção de mecanismos de produção de dados por tecnologias de geoinformação, temáticas que o professor leciona. Atuação, sobretudo, nos modelos de representação, processos, mudança e decisões. Participou de importantes testes em workshops de Geodesign. Carga horária: 8 horas/mês (2h/semana)

i.1.3. Rogério Palhares Zschaber de Araújo – papel no projeto: Professor da EA-UFMG que atuou no desenvolvimento de processos de análise espacial e regional, sobretudo as relacionadas à expansão da ocupação urbana na região do Quadrilátero Ferrífero. Discutir a capacidade de carga de transformação do território. Avaliou a legislação em vigência e realizar estudo comparativo das normativas Europeias com a legislação brasileira, com destaque para a *SEA – Strategic Environmental Assessment, Diretriz Europeia 42/2001*. Atuação, sobretudo, nos modelos de avaliação, mudança e impacto. Foi responsável por análises e mapeamento de possível expansão urbana no Quadrilátero Ferrífero. Carga horária: 8 horas/mês (2h/semana).

i.1.4. Michele Campagna – papel no projeto: Professor da Università Degli Studi di Cagliari, Itália, que atuou na discussão e orientação sobre o estado da arte no Geodesign, em função de sua ampla experiência na temática. Colaboração em participação cidadã por social mídia (*crowdsourcing mapping* e *volunteered geographic information*), temática em que o professor é pioneiro. Orientações sobre PSS – *Planning Support System*. Orientações sobre os ensinamentos da diretriz europeia *Strategic Environmental Assessment*. Atuação em modelos de representação, mudança, impacto e decisão. Carga horária: 8 horas/mês (2h/semana)

i.1.5. Mônica Amaral Haddad - papel no projeto: Professora da Iowa State University – USA que atuou na discussão e orientação sobre metodologias e modelos de análise especial, com destaque para a ESDA (*Exploratory Spatial Data Analysis*) para estudos da distribuição territorial de fenômenos e ocorrências. Atuação em modelos de avaliação e impacto. Foi responsável pela condução de um dos workshops do Quadrilátero Ferrífero, o de abordagem Social. Carga horária: 8 horas/mês (2h/semana)

i.1.6. Silvio Romero Fonseca Motta – papel no projeto: Professor da PUC-Minas que atuou no desenvolvimento de metodologias de aplicação de modelagem paramétrica com o emprego de Rhino3D, Grasshopper e CityEngine na escala urbana e territorial. Discutir a modelagem paramétrica, tema que o professor domina e que foi seu objeto de doutoramento. Atuação, sobretudo, nos modelos de mudança, impacto e decisão. Carga horária: 16 horas/mês (4h/semana).

i.1.7. Alfio Conti – papel no projeto: Professor da EA-UFMG que atuou no desenvolvimento de processos de análise territorial em escala metropolitana e regional, com o apoio de geoprocessamento. A temática foi objeto de tese do professor e é sua temática de ensino em disciplina da graduação, empregando como estudo de caso uma parte do Quadrilátero Ferrífero, eixo sul de expansão da RMBH. Atuação, sobretudo, nos modelos de processos, avaliação e mudanças. Foi responsável pelos estudos da dinâmica territorial e conexões entre áreas urbanas no Quadrilátero Ferrífero, além de investigações sobre a paisagem rural. Foi responsável pelos estudos de Unidades de Paisagem Rural. Carga horária: 16 horas/mês (4h/semana).

i.1.8. Karla Albuquerque de Vasconcelos Borges – papel no projeto: Especialista da PBH e Professora da Especialização em Geoprocessamento da UFMG que atuou no desenvolvimento de processo de produção de dados e de favorecimento de acesso aos dados por IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais (SDI – *Spatial Data Infrastructure*). Estudos de participação cidadã̃. Discussão sobre banco de dados georreferenciados. Atuação, sobretudo, nos modelos de representação e processos. Participou de workshops de Geodesign nos dando um retorno crítico sobre as ferramentas. Carga horária: 8 horas/mês (2h/semana)

i.1.9. Tiago Badre Marino – papel no projeto: Professor da UFRRJ que atuou no desenvolvimento de mecanismos de captura de informações e valores coletivos através de mídias sociais, por crowdsourcing e crowdmapping, por VGI (*Volunteered Geographic Information*), temas que o professor domina e que foram seu objeto de doutoramento. Tiago Marino é programador do aplicativo VICON, desenvolvido juntamente com o Prof. Jorge Xavier da Silva, e colaborou adaptando o VICON

aos processos de consulta cidadã. Atuação, sobretudo, nos modelos de avaliação e mudanças. Foi responsável pela introdução do tema "interoperabilidade" na pesquisa e participou de workshops de Geodesign e eventos científicos. Colaborou cedendo o uso da plataforma ViconSaga, programada por ele, para aplicações de crowdsourcing e VGI – Volunteered Geographic Information. Carga horária: 8 horas/mês (2h/semana)

i.1.10. Bráulio Magalhães Fonseca – papel no projeto: Professor do IGC-UFMG que atuou na exploração dos significados e possibilidades do Geodesign, sua temática de doutoramento. Colaboração em mapeamentos e explicações sobre a paisagem geomorfológica do Quadrilátero Ferrífero, trazendo o valor da geografia física para o projeto. Emprego de tecnologias da geoinformação, temática de sua atuação no ensino. Atuação nas etapas de modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Participou dos workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero trazendo o olhar da geomorfologia, riscos e meio ambiente. Carga horária: 8 horas/mês (2h/semana)

i.1.11. Rodrigo Pinheiro Ribas – papel do projeto: Professor da UDESC que desenvolveu a temática de cobertura vegetal e biogeografia, sua área de doutoramento. Contribuição em estudos sobre a distribuição, o papel e as necessidades colocadas pela cobertura vegetal no Quadrilátero Ferrífero, trazendo o valor da biogeografia para o conjunto. Emprego de técnicas de mapeamento por captura laser (LIDAR) e sensoriamento remoto na produção de modelos de representação, mas atuação também em modelos de avaliação, mudança e impacto. Carga horária: 4 horas/mês (1h/semana).

i.1.12. Camila Marques Zyngier - papel no projeto: ex-aluna de doutorado e professora visitante da EA-UFMG que estudou o papel do PSS – *Planning Support System* e de mecanismos de Visualização para a identificação de códigos compartilhados na participação cidadã̃. Colaboração em discussões conceituais, comparação de processos, testes com protótipos. Atuação em modelos de processos, mudança, impacto e decisão. Teve papel crítico importante na avaliação de processos dos workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero. Carga horária: 8 horas/mês (2h/semana)

i.1.13. Suellen Roquete Ribeiro – papel no projeto: ex-aluna de graduação e ex-bolsista de Iniciação Cientifica CNPq que atuou em estudos de Modelagem Paramétrica, temática de sua bolsa. Participação fundamental em programação no CityEngine e em processos de Geodesign com o CityEngine. Colaboração em discussões conceituais, comparação de processos, testes com protótipos. Atuação em modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Atuou ativamente nas programações computacionais dos aplicativos CityEngine nas Modelagens Paramétricas. Carga horária: 16 horas/mês (4h/semana)

i.1.14. Gustavo Adolfo Martinez – papel no projeto: iniciou como pesquisador voluntário e depois se tornou aluno de Mestrado da UFMG. Atuou em estudos perimetropolitanos e de Geodesign, preparando estudo de caso na Itália e participando de vários estudos de caso no Brasil. Atuação em modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Participou ativamente dos workshops e eventos de Geodesign e deu suporte ao mapeamento das dinâmicas territoriais. Foi parte do grupo que atuou na classificação das Unidades de Paisagem Rurais. Carga horária: 16 horas/mês (4h/semana)

Novo pesquisador incorporado à pesquisa com autorização do CNPq (enviamos e-mail ao CNPq no qual justificávamos a inclusão do professor, apresentando seu currículo e os motivos de nossa decisão, e solicitávamos, inclusive, que ele fosse contemplado com recursos de custeio em passagens aéreas e diárias, o que foi aprovado pelo CNPq):

i.1.15. Brian Antony Orland – papel do projeto: o professor leciona Geodesign na Georgia State University, USA, e possui ampla experiência na temática. A sua atuação foi fundamental nos primeiros testes da plataforma brasileira de Geodesign, realizados quando de sua vinda ao Brasil. Ministrou palestra, fez trabalho de campo e deu seu parecer sobre nosso desenvolvimento, a partir do qual realizamos ajustes metodológicos e tecnológicos na plataforma brasileira de Geodesign.

Alunos de Doutorado:

i.1.16. Bruno Amaral de Andrade – papel no projeto: aluno de doutorado que estudou o papel do Geodesign e de Gamização (*serious games*) para participação cidadã em tomadas de decisão, sobretudo no envolvimento de crianças. Colaboração em discussões conceituais, comparação de processos, testes com protótipos. Atuação em modelos de processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Carga horária: 16 horas/mês (4h/semana)

i.1.17. Nicole Andrade da Rocha – papel no projeto: aluna de doutorado que estudou o papel do Geodesign para apoio à proposição de Planos Diretores de Áreas Verdes em escalas urbanas. Abordou a questão da infraestrutura verde e foi fundamental em mapeamentos da temática em estudos de caso desenvolvidos. Colaboração em discussões conceituais, comparação de processos, testes com protótipos. Atuação em modelos de processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Responsável por mapeamento de cobertura vegetal para os workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana)

i.1.18. Ítalo Souza de Sena – papel no projeto: aluno de doutorado que estudou o papel do Geodesign para apoio à análise e proposição de Potencial Geoturísticos para áreas de paisagens notáveis no Quadrilátero Ferrífero. Colaboração em discussões conceituais, comparação de processos, testes com protótipos. Atuação em modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Desenvolvimento de aplicativo de gamificação para valorização da paisagem de valor cultural e arqueológico, com o uso do Minecraft e estudo de caso de Ouro Preto. Foi responsável pelos estudos de abordagem Geossistêmica do Quadrilátero Ferrífero. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana)

i.1.19. Christian Rezende Freitas – papel no projeto: aluno de doutorado que se incorporou ao grupo para desenvolver processos de produção de dados e de favorecimento de acesso aos dados por IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais (SDI – *Spatial Data Infrastructure*), temática em que tem ampla experiência por ter sido o principal técnico de processo muito bem-sucedido no Brasil. Estudos de participação cidadã. Discussão sobre banco de dados georreferenciados. Atuação, sobretudo, nos modelos de representação e processos. Foi o principal responsável na programação da plataforma brasileira de Geodesign. É co-autor principal de grande parte dos artigos e capítulos que abordagem a questão tecnológica. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana).

i.1.20. Chiara Cocco - papel no projeto: Aluna de Doutorado do Prof. Michele Campagna, na Pós-Graduação da Università Degli di Cagliari, Itália. A arquiteta italiana se incorporou ao grupo para desenvolver processos nos métodos de Geodesign, seu tema de doutoramento, promovendo comparações de aplicações na Itália e no Brasil. Atuação nos modelos de representação, processos, avaliação, mudança e impacto. Testou nossos protótipos brasileiros de comparação de similaridade de diagramas em estudos de caso italianos. Carga horária: 8 horas/mês (1h/semana).

i.1.21 – Danilo Marques de Magalhães – papel no projeto: o geógrafo se encorpou ao grupo a partir do seu trabalho de doutorado, e atuou nas capturas drone para promoção da geovisualização das Unidades de paisagem no Quadrilátero Ferrífero. Atuou também no grupo de classificou as Unidades de Paisagem do ponto de vista geossistêmico. Como aluno de doutorado, ele realizou estágio sanduíche na Itália, na Universidade de Bologna, onde realizou, a nosso pedido, entrevistas com

pesquisadores que trabalham no tema de Unidades e Âmbitos de Paisagem e que conhecem bem a normativa italiana sobre Plano Paisagístico, trazendo para o grupo as informações. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana).

i.1.22 – Ana Isabel Anastasia de Sá. Aluna do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da EA-UMG, que foi orientada pela Prof. Ana Clara Mourão Moura. Desenvolveu importantes aplicações do Geodesign em ações de Orçamento Participativo, usando a nossa plataforma GISColab. Infelizmente, não citou o projeto no seu texto final de tese, embora tenha se envolvido o tempo todo nos estudos. Diante disto, não podemos computar a sua tese em nossos números. Aparece um muitas de nossas publicações. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana).

i.1.23 – José Irley Ferreira Júnior. Aluno que se incorporou ao Laboratório a partir de seus estudos de Doutorado, atuando na temática de estudos de parametrização urbana. Carga horária: 8 horas/mês (1h/semana).

i.1.24 – Ashiley Adelaide Rosa. Aluna que se incorporou ao Laboratório a partir de seus estudos de doutorado, na temática de Geodesign. Deu suporte a muitos workshops de Geodesign, com vistas a avaliar métodos e técnicas para as suas aplicações específicas, em desenvolvimento, em recorte do Quadrilátero Ferrífero, em área urbana densa. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana).

Alunos de Mestrado:

i.1.25. Pedro Benedito Casagrande – papel no projeto: aluno de mestrado que estudou o papel do Geodesign no estudo de paisagens notáveis, segundo o olhar dos aspectos geológicos. Trouxe a geologia para o grupo e deu apoio ao mapeamento dos potenciais geoeconômicos. Colaboração em discussões conceituais, comparação de processos, testes com protótipos. Atuação em modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Conduziu o workshop de Geodesign abordagem Econômica. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana)

i.1.26. Renata Nogueira Herculano – papel no projeto: aluna de mestrado que estudou o papel dos Parâmetros Urbanísticos na formação da paisagem brasileira. A dissertação de mestrado é de muito valor para se entender como foram surgindo as normativas ao longo do tempo e como as paisagens foram se transformando em função delas. A aluna foi fundamental nos estudos de parâmetros urbanísticos, paisagem urbana e modelagem paramétrica. Colaboração em discussões conceituais, simulação de paisagens e estudos de impactos. Atuação em modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Levou seus alunos de Universidade Particular para participarem de workshop de Geodesign sobre o Quadrilátero Ferrífero. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana).

i.1.27. Lourdes Manresa Camargos – papel no projeto: aluna de mestrado que estudou o papel da infraestrutura azul nos estudos de caso desenvolvidos, em diferentes escalas do Quadrilátero Ferrífero. Trouxe a discussão da engenharia ambiental e dos recursos hídricos para o grupo, investigando sobre boas práticas na temática. Foi responsável pelos mapeamentos e análise de infraestrutura azul e recursos hídricos no Quadrilátero Ferrífero e participou orientando sobre o tema nos workshops de Geodesign. Atuação em modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana).

i.1.28. Vanessa Tenuta de Freitas – papel no projeto: aluna de mestrado orientada pela Prof.a Ana Clara Moura. Atuou diretamente no projeto em workshops e em seu trabalho de dissertação, abordando a questão da aplicação do Geodesign no planejamento de áreas de vulnerabilidade social, com estudos de caso no Quadrilátero Ferrífero. Infelizmente, não citou o projeto no seu texto final de

mestrado, de modo que não poderemos computar a sua dissertação em nossos índices. Aparece um muitas de nossas publicações. Carga horária: 32 horas/mês (8h/semana).

i.1.29. Fabiana Carmo de Vargas Viera. Papel no projeto: aluna de mestrado que se incorporou ao Laboratório a partir do desenvolvimento de sua dissertação, cuja defesa está prevista para março de 2023. Atua no tema de Geodesign e estuda especificamente a associação com os ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Carga horária: 16 horas/mês (4h/semana).

i.1.30. Flávia Las-Cazas de Brito. Papel no projeto: aluna de mestrado que se incorporou ao Laboratório a partir do desenvolvimento de sua dissertação, cuja defesa está prevista para março de 2024. Atua no tema de Geodesign e estuda especificamente a aplicação do método na proposição de Unidades de Conservação de Proteção Integral, inclusive em áreas do Quadrilátero Ferrífero. Carga horária: 16 horas/mês (4h/semana).

Alunos de graduação – alguns alunos tinham participação prevista no projeto, mas já que estavam desligados do Laboratório quando de sua realização, em função de finalização da bolsa ou de conclusão da graduação, então novos bolsistas foram incorporados:

i.1.31. Marina Magalhães de Castro– papel no projeto: Bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa até julho de 2018. Estudou a temática de Modelagem Paramétrica e participou ativamente de estudos de caso de simulação da paisagem urbana segundo Leis de Uso e Ocupação do Solo e Parâmetros Urbanísticos e em estudos de caso de Geodesign. Atuação em modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Carga horária: 80 horas/mês (20h/semana).

i.1.32. Verônica de Toledo Ramos – papel no projeto: Bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa de agosto a novembro de 2018, e por não ter completado 6 meses não obteve certificado. Contudo, ela colaborou em estudos de temáticas de Modelagem de Representação, Processos e Avaliação para os estudos de caso de Geodesign. Atuação em modelos de representação, processos e avaliação. Carga horária: 80 horas/mês (20h/semana).

i.1.33. Débora Fernandes de Faria – papel no projeto: Bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa de dezembro de 2018 até janeiro de 2020. Estudou mais profundamente as temáticas de Modelagem de Representação, Processos e Avaliação para os estudos de caso de Geodesign. Foi fundamental no suporte aos estudos de Web-Gis e Web-Map. Atuação em modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Carga horária: 80 horas/mês (20h/semana).

i.1.34. Camila Fernandes de Morais – papel no projeto: Bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa no ano de 2020. Colaborou muito expressivamente nas análises de resultados dos workshops de Geodesign Quadrilátero Ferrífero abordagens Econômica, Social e Ambiental. Colaborou nos testes da plataforma brasileira de Geodesign. Atuação em modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Carga horária: 80 horas/mês (20h/semana).

i.1.35. Tiago Augusto Gonçalves de Mello – papel no projeto: Bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa de 2020 a 2022. Colaborou muito expressivamente nas análises de resultados dos workshops de Geodesign Quadrilátero Ferrífero nos estudos relacionados às questões climáticas. Colaborou nos testes da plataforma brasileira de

Geodesign. Atuação em modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão. Carga horária: 80 horas/mês (20h/semana).

i.1.36. Beatriz Maria Fernandes Araújo – papel no projeto: Bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa em 2022. Colaborou muito expressivamente nos estudos de geovisualização da informação produzida, nos ajudando a orquestrar como diagramar para leitura as chaves de classificação das Unidades de Paisagem do Quadrilátero Ferrífero. Carga horária: 80 horas/mês (20h/semana).

Estavam previstos na composição inicial da equipe, mas acabaram não participando:

i.2.1. Piotr Leslaw Jankowski – San Diego State University, USA. Segundo o projeto inicial o professor iria dar suporte em análise de dados, mas acabou não tendo disponibilidade de colaborar em virtude de suas atividades acadêmicas.

i.2.2. Stefano Pensa –SITI/POLITO, Itália. Segundo o projeto inicial o pesquisador iria colaborar dando acesso ao aplicativo InViTo, mas em função de termos observado que o mesmo não seria eficaz para a pesquisa, o pesquisador não foi envolvido.

i.2.3. Elena Masala - SITI/POLITO, Itália. Segundo o projeto inicial a pesquisadora iria colaborar dando acesso ao aplicativo InViTo, mas em função de termos observado que o mesmo não seria eficaz para a pesquisa, a pesquisadora não foi envolvida.

i.2.4. Grazielle Anjos Carvalho – a ex-aluna estava vinculada ao Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG quando o projeto foi apresentado, mas como ela já havia se desvinculado quando das atividades principais da pesquisa, de modo que não participou dos estudos desenvolvidos.

i.2.5. Júnia Lúcio de Castro Borges – a ex-aluna de doutorado ainda estava vinculada ao Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG quando o projeto foi apresentado, e por isto seu nome constou do projeto inicial. Ela participou de algumas atividades iniciais. Contudo, como ela não fez referência ao projeto no seu texto de Doutorado, não podemos associar a sua produção à pesquisa.

i.2.6. Karen Katleen Lourenço – a ex-aluna de graduação e bolsista de Iniciação Cientifica CNPq estava vinculada ao Laboratório de Geoprocessamento quando o projeto foi apresentado, e por isto seu nome constou do projeto inicial, mas sua bolsa já havia acabado quando das principais atividades do projeto.

K) INDICAÇÃO DE COLABORAÇÕES OU PARCERIAS JÁ ESTABELECIDAS COM OUTROS CENTROS DE PESQUISA NA ÁREA

A Universidade Federal de Minas Gerais possui acordo cientifico assinado com a POLITO (Politécnica de Torino) e, consequentemente, com o SITI - *Istituto Superiore Sui Sistemi Territoriali* per *L'innovazione* (hoje Fundação LINKS). O referido instituto é referência em planejamento territorial e urbano, tendo desenvolvido aplicativos de geotecnologias para visualização e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial. Já tivemos aluna de doutorado em estágio sanduíche no SITI/POLITO, em virtude do acordo existente. A nossa previsão era de utilizar de modo mais significativo o InViTo, ferramenta por eles desenvolvida, mas estudos logo no começo da pesquisa nos revelaram que não seria o melhor caminho. Contudo, recebemos a visita dos pesquisadores Marco Vale (Coordenador do

eixo de Patrimônio Cultural do SITI, que hoje foi transformado em Links) e Roberto Cerrato (Diretor da Associazione per il Patrimonio dei Paesaggi Vitivinicoli di Langhe-Roero e Monferrato) no Brasil, para o encontro "*Cultural Landscape Management*", em dezembro de 2017, quando realizamos visitas ao Quadrilátero Ferrífero e eles nos ajudaram a definir alguns eixos de investigação específicos para abordarmos a questão da paisagem cultural na pesquisa.

A Universidade Federal de Minas Gerais possui acordo cientifico assinado com a UNICA (Università Degli Studi di Cagliari, Sardegna), intuição ao qual está vinculado o Prof. Michele Campagna, que possui ampla experiência em modelagem de VGI (*Volunteered Geographic Information*), PSS (*Planning Support System*) e, sobretudo, Geodesign. O professor coordena o Laboratório UrbanGIS. Ele participou de treinamentos com o autor da metodologia de Geodesign, o Prof. Carl Steinitz, tendo se capacitado em processos de integração de planos urbanísticos na etapa de tomada de decisões. Com ele participou uma aluna italiana de doutorado, Chiara Cocco, que desenvolvendo estágio sanduíche na EA-UFMG.

O Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG já mantém colaboração com a Iowa State University através de recebimento de professoras como convidadas para ministrar atividades de pós-graduação, para bancas de pós-graduação e como orientadoras de estágio sanduíche no exterior de nossos alunos de doutorado: através das professoras Alenka Poplin e Mônica Haddad. A professora Mônica Haddad é membro desta pesquisa e teve papel fundamental em seu desenvolvimento através da condução de um dos workshops de Geodesign, o destinado à abordagem Social.

Outra aproximação que aconteceu após a aprovação da pesquisa pelo CNPq, mas que foi de fundamental desenvolvimento para a mesma, foi a inclusão do Prof. Brian Antony Orland na equipe. Prof. Brian é associado ao Rado Family Foundation/UGAF, Professor de Geodesign na University of Georgia, College of Environment+Design. Ele é professor Emérito (*University Distinguished Professor Emeritus*) da Pennsylvania State University. O professor é um dos coordenadores do grupo liderado por Carl Steinitz "*IGC International Geodesign Collaboration – Changing Geography by Design*", grupo mundial de pesquisadores sobre o Geodesign, do qual a Prof. Ana Clara Moura faz parte, e cujos encontros acontecem anualmente nos Estados Unidos.

O grupo de pesquisa contou com a autorização de uso do VICON/UFRJ/UFRRJ. Destaca-se que o Prof. Tiago Marino, da UFRRJ e membro do grupo da presente pesquisa, colaborou desenvolvendo a ferramenta de Interoperabilidade no VICON para o uso em Geodesign.

O Prof. Silvio Motta representou a PUC-Minas na pesquisa e teve atuação fundamental, trazendo também os seus bolsistas de iniciação científica para os encontros de trabalho na temática de Modelagem Paramétrica, com destaque para as programações em Grasshopper e Rhino.

O Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG possui acordo de intercâmbio e acesso a dados assinado com a Prefeitura de Belo Horizonte, como membro do grupo GGIU (Grupo de Gestão da Informação Urbana). A PBH é representada nessa pesquisa através da participação da Profa. Karla Borges, professora da Especialização em Geoprocessamento da UFMG e técnica da Prodabel-PBH.

Através do estágio sanduíche desenvolvido pelo aluno de doutorado Danilo Marques de Magalhães junto à Universidade de Bologna, na Itália, onde ele trabalhou com professores que já eram antigos parceiros de atividades de ensino e pesquisa. Como resultado, apresenta-se a tese de doutorado e as informações que ele nos trouxe sobre a normativa italiana e sobre o processo de definição de Unidades e Âmbitos de Paisagem.

A pesquisa em si foi interdisciplinar, engloba mais de um instituto na UFMG, se amplia para mais de uma universidade em Minas Gerais, e mais de um estado no Brasil, e três países. Estão colaborando juntos, disponibilizando seus recursos instalados (Laboratórios, equipe, conhecimentos especialistas e horas de trabalho) as instituições:

- UFMG: Escola de Arquitetura UFMG (EA), Departamento de Ciências da Computação (DCC) e Instituto de Geociências (IGC).
- PBH: Prodabel
- Outras Universidades brasileiras: PUC-Minas, UFRRJ – Rio de Janeiro, UDESC – Santa Catarina
- Universidades Estrangeiras: Università Degli Studi di Cagliari/Itália; Università Degli Studi di Bologna/Itália; Università Degli Studi di Milano; POLITO-SITI/Itália (parcialmente, apenas nos primeiros meses da pesquisa), Georgia State University/EUA, Iowa State University/EUA.

L) DISPONIBILIDADE EFETIVA DE INFRAESTRUTURA E DE APOIO TÉCNICO PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

As atividades foram desenvolvidas no Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG. O Laboratório promove atividades sobre a cultura e prática das geotecnologias, como o apoio a estudos de análise e modelagem de dados espaciais para estudos urbanos, regionais e da paisagem, colocando alunos e pesquisadores em um ambiente que é uma realidade mundial nos estudos sobre o tema. É composto por 25 microcomputadores e 3 notebooks adquiridos com projetos PROEXT do Ministério das Cidades. O laboratório adquiriu com recursos do projeto a assinatura por dois anos do ArcGis/City Engine, a licença permanente do Rhino 3D, e já tinha licenças educativas dos softwares Idrisi, SAGA, Spring, TerraView, TerraSig, Weka e Fragstats. Possui impressora multifuncional e televisão LCD para projeções em reuniões. A pesquisa teve autorização de uso da plataforma ViconSaga, destinada a VGI, desenvolvida pelo Prof. Tiago Marino da UFRRJ.

O Laboratório armazena expressiva coleção de dados cartográficos, alfanuméricos, imagens de satélite e bancos de dados na forma de Sistemas de Informações Geográficas resultantes de projetos de pesquisa, projetos de ensino e projetos de extensão ali realizados, além de produtos de monografias, dissertações e teses. Todos os artigos publicados ao longo da pesquisa, e com as devidas citações do CNPq e do código do projeto, se encontram disponíveis do site do Laboratório, separadas por ano de publicação.

Possui autorização de acesso para uso cientifico de imagens de satélite RapidEye, através do Ministério de Meio Ambiente (Geocatálogo/IBAMA), aos dados da RMBH por ter sido responsável pelo Geoprocessamento do Plano Diretor Metropolitano (PDDI) e aos dados da PBH por ser membro representante da UFMG no GGIU (Grupo de Gestão da Informação Urbana).

Possui homepage onde publica apostilas didáticas na forma de textos digitais e de vídeo-aulas, muito visitada pela comunidade científica, acadêmica e profissional. Nesta mesma página registra atividades e produtos de projetos desenvolvidos, assim como cópias de todas as publicações cientificas desenvolvidas no âmbito do Laboratório.

Homepage Laboratório de Geoprocessamento da EA/UFMG: http://geoproea.arq.ufmg.br/

M) RECURSOS FINANCEIROS DE OUTRAS FONTES QUE FORAM APORTADOS PELOS EVENTUAIS AGENTES PÚBLICOS E PRIVADOS PARCEIROS

- A Profa Ana Clara Mourão Moura, coordenadora, foi teve sua solicitação de bolsista do Programa Pesquisador Mineiro aprovada no final de 2018, e associado ao presente projeto, mas só foi implantada em meados de 2020. Quando do pedido de ampliação de prazo, além da justificativa das limitações trazidas pela pandemia COVID19, houve também a explicação de que a Professora tinha expectativa de finalmente receber os recursos, o que potencializaria as possibilidades da pesquisa. Em virtude da ampliação autorizada de prazo pelo CNPq e da implantação da bolsa PPM-FAPEMIG, a pesquisa passou a contar com recursos para publicações em períodos internacionais pagos, assinatura de licenças de softwares, recursos para trabalhos de campo para as capturas drone e aquisição de microcomputador. A bolsa aprovada foi: "Programa Pesquisador Mineiro – PPM XII. Apoio: FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais. Processo PPM-00368-18. Projeto: Geodesign e Modelagem Paramétrica da ocupação territorial: geoprocessamento para a proposição de um plano diretor da paisagem para a região do Quadrilátero Ferrífero-MG".

- O Prof. Clodoveu Augusto Davis Júnior também é bolsista PPM – Programa Pesquisador Mineiro desde 2007, renovado desde então, o que também o favoreceu na participação a eventos e apoio a publicações.

- O Laboratório de Geoprocessamento da EA/UFMG, por sua inserção e tradição na área, possui acordos de acesso a coleções de dados, o que o coloca em condições de atuar sem precisar realizar investimentos nesse item de pesquisa. Por já ser um Laboratório bem estruturado, também não solicita recursos para equipamentos, e disponibiliza número significativo de horas de sua equipe para o desenvolvimento da pesquisa.

N) SOLICITAÇÃO DE UM BOLSISTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA –

infelizmente este item **não** foi aprovado pelo CNPq, então tivemos que contar com as bolsas de IC distribuídas pela UFMG.

O) RESULTADOS DA PESQUISA EM DETALHES

O presente tópico visa trabalhar com mais detalhes alguns produtos e resultados importantes da pesquisa. O material apresentado, em sua maioria, faz parte de trabalhos nossos em publicações de capítulos de livro realizados ou em processo de publicação, artigos de periódicos e trechos de teses de membros da pesquisa. Em todos as situações o apoio CNPq foi citado, fazendo referência ao código do presente projeto.

Apresentaremos de modo comentado as publicações realizadas, seguido da apresentação de um estado-da-arte redigido como suporte à caracterização dos principais termos envolvidos na pesquisa e seguido de um estado-do-desenho com orientações sobre o como fazer para preparar modelos de representação, processo, avaliação, mudança, impacto e decisão como suporte ao emprego de Geodesign para planejamento de futuros alternativos de uma paisagem em ações de cocriação e geocolaboração.

O.1. Publicações comentadas (capítulos, artigos, eventos, teses e dissertações)

Elas estão todas disponíveis no site do Laboratório de Geoprocessamento, por ano: http://geoproea.arq.ufmg.br/publicacoes

Contudo, estamos colocando também em um drive, **para acesso mediante link, pasta "Publicações" e pasta "Orientações":**

Publicações:
https://drive.google.com/drive/folders/1Tj5QHmpeWsCQkIHe_K3W-UwmOURDsE_t?usp=share_link

Link curto (pode expirar com o tempo): https://m5.gs/eG9PUl

Orientações:
https://drive.google.com/drive/folders/1HENBbOWBgbyNWqgCccH8Fu5myVujpj64?usp=share_link

Link curto (pode expirar com o tempo): https://m5.gs/eUZYUm

o.1.1 PUBLICAÇÃO DE LIVRO – 1 livro robusto de 610 páginas, contendo importante contribuição ao estado de Minas Gerais e à ciência brasileira.

Destacamos que o principal ganho na ampliação do tempo de desenvolvimento da pesquisa no período de 2020 a 2022 foi, certamente, a publicação do livro resultante de tantos estudos. Muitos artigos de revistas, artigos de eventos qualificados e capítulos de livros foram publicados ao longo do desenvolvimento da pesquisa, mas certamente o livro veio culminar de modo muito relevante o registro da experiência.

Foi um investimento de muito estudo e muita dedicação de todos os envolvidos, principalmente porque não tivemos apoio financeiro para a publicação do livro em si, cujos custos não foram apoiados nem pelo CNPq nem pela FAPEMIG. Ainda assim decidimos pela publicação e por assumirmos os custos, uma vez que ele é importante contribuição ao estado de Minas Gerais e ao Brasil.

O livro apresenta ampla abordagem sobre o Quadrilátero Ferrífero, demostrando a sua importância para a formação da rede urbana no Brasil. Relata o papel histórico deste recorte territorial para Minas e para o Brasil, em virtude de valores de paisagem cultural, recursos naturais, recursos econômicos e formação da sociedade brasileira.

Trata-se de amplo estudo resultante dos anos de pesquisa sobre o tema, cujos capítulos abordam questões conceituais relacionadas aos princípios de Unidades de Paisagem Urbana, Rural, Ambiental e Geossistêmica. O livro parte da discussão sobre o papel do Quadrilátero Ferrífero na formação da rede urbana brasileira, retratada desde o início da ocupação colonial até os dias de hoje. Aborda a caracterização e as limitações das normativas brasileiras no que

tange ao planejamento e gestão da paisagem, tanto na escala ambiental como urbana, apresentando a falha de normativas relacionadas a planos paisagísticos, diferentemente do que acontece em países europeus já bem maduros na gestão da paisagem, sendo a nossa referência de citações e estudos o exemplo da Itália. O livro apresenta propostas de recortes de Unidades de Paisagem, que são a base para o planejamento regional e territorial. Disponibiliza um conjunto expressivo de mapas caracterizadores do QF, em coleção de extremo valor para os estudos sobre a área. Apresenta imagens realizadas por captura drone sobre as essências das porções territoriais, como forma de promoção do *genius loci* de cada recorte. Finalmente, defende e ilustra processos de aplicação do Geodesign como método de cocriação de proposições para um território, visando o planejamento estratégico.

O livro é de livre acesso, apresentando discussões conceituais, informações históricas sobre a questão das normativas no Brasil, rica coleção de mapas de caracterização e análise sobre a área, coleção de imagens drone e croquis interpretativos.

MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

Disponível em: https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

Sumário do livro:

Capitulo 1. O PAPEL DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO NA REDE URBANA DO BRASIL: FORMAÇÃO DA PAISAGEM E CULTURA
Alfio Conti, Ana Clara Mourão Moura, Carlotta Gennari, Gustavo Adolfo Tinoco Martinez

Capitulo 2. PRESERVAÇÃO DA PAISAGEM URBANA E AS LEIS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL NO BRASIL
Vanessa Tenuta de Freitas, Ana Clara Mourão Moura, Renata Nogueira Herculano

Capitulo 3. A QUESTÃO NORMATIVA NA ESCALA AMBIENTAL: ÁREAS PROTEGIDAS E ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL
Thaíse Sutil, Nilzo Ivo Ladwig, Birgit Harter Marques, Ana Clara Mourão Moura

Capitulo 4. QUADRILÁTERO FERRÍFERO: UM CASO EMBLEMÁTICO PARA O GEODESIGN
Ana Clara Mourão Moura, Christian Rezende Freitas, Camila Marques Zyngier, Pedro Benedito Casagrande, Ítalo Sousa de Sena, Camila Fernandes de Morais, Alfio Conti, Bráulio Magalhães Fonseca, Lourdes Manresa Camargos

Capitulo 5. A PAISAGEM URBANA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: UNIDADES DE PAISAGEM E ÁREAS DE INFLUÊNCIA
Ana Clara Mourão Moura, Vanessa Tenuta de Freitas, Silvio Romero Fonseca Motta

Capitulo 6. UNIDADES DE PAISAGEM RURAL NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, UMA ANÁLISE PRELIMINAR
Alfio Conti, Gustavo Adolfo Tinoco Martinez

Capitulo 7. UNIDADES DE PAISAGEM DE SERVIÇOS GEOSSISTÊMICOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO
Ítalo Sousa de Sena, Danilo Marques de Magalhães

Capitulo 8. UNIDADES DE PAISAGEM AMBIENTAL SEGUNDO VEGETAÇÃO E HIDROGRAFIA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO
Nicole Andrade da Rocha, Lourdes Manresa Camargos, Camila Fernandes de Morais, Ana Clara Mourão Moura, Tiago Augusto Gonçalves Mello

Capitulo 9. GEOPROCESSAMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO COM BASE NO CLIMA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO
Tiago Augusto Gonçalves Mello, Camila Fernandes de Morais, Ana Clara Moura Mourão

Capitulo 10. PROCESSOS PARAMÉTRICOS PARA OTIMIZAÇÃO DE PERCURSOS RESILIENTES NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO
Silvio Romero Fonseca Motta, Paulo Renato Mesquita Pellegrino, Ana Clara Mourão Moura

Capitulo 11. GEODESIGN NA DEFINIÇÃO DE UNIDADES DE PAISAGEM NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: BASE PARA UM PLANO DA PAISAGEM
Ana Clara Mourão Moura, Alfio Conti, Ítalo Sousa de Sena, Nicole Andrade da Rocha, Danilo Marques Magalhães, Gustavo Adolfo Tinoco Martinez, Christian Rezende Freitas

Capitulo 12. MATERIAL GRÁFICO DA PESQUISA Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da paisagem para a região do “Quadrilátero Ferrífero”
- Mapas iniciais
- Mapas compostos
- Mapas de Unidades de Paisagem
- Chaves de Classificação da Paisagem
- Estudos Propositivos para as Unidades de Paisagem

o.1.2. PUBLICAÇÃO DE CAPÍTULOS DE LIVROS (29 capítulos publicados, como contribuição à pesquisa, mas em um deles o coordenador da publicação não colocou a citação do CNPq, então nosso número é 28):

- OLIVEIRA, Francisco H., LAZARO, Júlia C., MOURA, Ana Clara M., SOARES, M.C., BRAGHIROLLI, G. (2022). Geodesign Experience in Florianópolis Metropolitan Region: Practical Planning with Different Professional Backgrounds. In: Gervasi, O., Murgante, B., Misra, S., Rocha, A.M.A.C., Garau, C. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2022 Workshops. ICCSA 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13379. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10545-6_9

Capítulo de livro que relata a experiência de aplicação do Geodesign nos estudos da Região Metropolitana de Florianópolis. Trata de nosso interesse em experiências de divulgar o método de Geodesign e o emprego da plataforma GISColab, com vistas a experimentar as potencialidades e limitações e fazer ajustes, através da observação das atuações de outros grupos e em diferentes

realidades. No estudo de caso de Florianópolis, observamos o emprego de recursos tabulares (planilhas) para definição de objetivos e distribuição de propostas para a área, seguidos de discussões.

- MOURA, Ana Clara M., FREITAS, Christian R., CAVALCANTI, Silvana S. (2022). Geodesign in Salvador Metropolitan Region: Regional Planning Based on Reproducible and Defensible Criteria. In: Gervasi, O., Murgante, B., Misra, S., Rocha, A.M.A.C., Garau, C. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2022 Workshops. ICCSA 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13379. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10545-6_10

Capítulo de livro que relata a experiência de aplicação do Geodesign nos estudos da Região Metropolitana de Salvador. Trata de nosso interesse em experiências de divulgar o método de Geodesign e o emprego da plataforma GISColab, com vistas a experimentar as potencialidades e limitações e fazer ajustes, através da observação das atuações de outros grupos e em diferentes realidades. No estudo de caso de Salvador, observamos o desafio de trabalhar com pessoas do lugar e com visitantes do lugar, observando a relação entre capacidade de inovação das propostas e o potencial de composição de grupos com diferentes representações para alcançar a objetivos do planejamento.

- MOURA, Ana Clara M.; ROCHA, Nicole Andrade. Geodesign para planejamento urbano por cocriação: os desafios da escalabilidade no ensino remoto. In.: FRUEHAUF, Amanda Lombardo; ROSA, Ashiley Adelaide; MARUYAMA, Cíntia Miua, COELHO, Matheus Aguiar (Org.). Geodesign no Brasil: abordagens para o planejamento ambiental urbano. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 123-140.
Disponível para livre download em: https://pedroejoaoeditores.com.br/2022/wp-content/uploads/2022/05/EBOOK_Geodesign-no-Brasil-1.pdf

Capítulo de livro que relata uma experiência didática de ensino de Geodesign para grupos de diferentes composições da graduação e da pós-graduação. Colabora como referência de ensino do método.

- MARUYAMA, Cíntia M; FRUEHAUF, Amanda L.; LOMBARDO, Magda A. Infraestrutura Verde para mitigação de Ilha de Calor e sequestro de carbono da Região Metropolitana de São Paulo. In.: FRUEHAUF, Amanda Lombardo; ROSA, Ashiley Adelaide; MARUYAMA, Cíntia Miua, COELHO, Matheus Aguiar (Org.). Geodesign no Brasil: abordagens para o planejamento ambiental urbano. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. P. 41-76.
Disponível para livre download em: https://pedroejoaoeditores.com.br/2022/wp-content/uploads/2022/05/EBOOK_Geodesign-no-Brasil-1.pdf

Capítulo de livro que relata o emprego do Geodesign na Região Metropolitana de São Paulo. Há ênfase em estudos ecossistêmicos desenvolvidos pelos pesquisadores da USP. Trata de nosso interesse em experiências de divulgar o método de Geodesign e o emprego da plataforma GISColab, com vistas a experimentar as potencialidades e limitações e fazer ajustes, através da observação das atuações de outros grupos e em diferentes realidades. No estudo de caso de São Paulo eles empregaram o princípio desenvolvido por nós para emprego no GISColab que foi de mensuração de sequestro de carbono a partir das propostas de novas áreas verdes.

- MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, Christian R.; ROSA, Ashiley A. O Geodesign como suporte aos valores contemporâneos em planejamento ambiental e urbano. In.: FRUEHAUF, Amanda Lombardo; ROSA, Ashiley Adelaide; MARUYAMA, Cíntia Miua, COELHO, Matheus Aguiar (Org.). Geodesign no Brasil: abordagens para o planejamento ambiental urbano. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. P. 13 - 39.
Disponível para livre download em: https://pedroejoaoeditores.com.br/2022/wp-content/uploads/2022/05/EBOOK_Geodesign-no-Brasil-1.pdf

Capítulo de livro que apresenta o estado-da-arte (state-of-the-art) e o estado-do-desenho (state-of-the-design) em Geodesign. Explica conceitos envolvidos e etapas do método. Orienta sobre como preparar um workshop de Geodesign, com vistas a difundir o tema no Brasil. Ilustra as explicações com muitos estudos de caso, entre eles os do Quadrilátero Ferrífero.

- ROSA, Ashiley A., MOURA, Ana Clara M., FERNANDES ARAÚJO, Beatriz M. (2022). Geodesign Teaching Experience and Alternative Urban Parameters: Using Completeness Indicators on GISColab Platform. In: Gervasi, O., Murgante, B., Misra, S., Rocha, A.M.A.C., Garau, C. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2022 Workshops. ICCSA 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13379. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10545-6_14

Capitulo que aborda o emprego da plataforma GISColab em workshop de Geodesign voltado para o ensino, para testes de scripts para mensuração de indicadores de completude viária. O estudo de caso está inserido na área no Quadrilátero Ferrífero.

- SENA, Ítalo S.; MOURA, Ana Clara M. Mission-Oriented in Geodesign Experience: Teaching About Cultural Landscape Values. In: Gervasi, O., Murgante, B., Misra, S., Rocha, A.M.A.C., Garau, C. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2022 Workshops. ICCSA 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13379. Springer, Cham. p. 263-278.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-10545-6_19

Capítulo de livro que relata a experiência de elaboração de um workshop de Geodesign destinado para crianças de a cidade de Ouro Preto, no Quadrilátero Ferrífero. O workshop teve como objetivo criar a consciência sobre patrimônio e paisagem cultural, áreas de risco, valores ambientais e planejamento participativo.

- MORAIS, Camila F., MELLO, Tiago A.G., MOURA, Ana Clara M. (2022). Multiscale Planning Approach in the Analysis and Proposition of Ecosystem Services. In: Gervasi, O., Murgante, B., Misra, S., Rocha, A.M.A.C., Garau, C. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2022 Workshops. ICCSA 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13380. Springer, Cham. P. 315–327.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-10542-5_22

Capítulo de livro que relata estudos em Geodesign no Quadrilátero Ferrífero em abordagem multiescalar (regional, urbana e local), com vistas a apresentar e discutir a temática dos serviços ecossistêmicos.

- MELLO, Tiago A. G.; MORAIS, Camila F.; MOURA, Ana Clara M. Planejamento Urbano orientado ao clima: uma proposta metodológica. In.: LADWIG, Nilzo Ivo; SUTIL, Thaise; CONTO, Danrlei (Org.).

Paisagem e território no geoprocessamento. Ponta Grossa - PR: Atena, 2022. p. 71-95. DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.5042216095
Disponível em: https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/paisagem-e-territorio-no-geoprocessamento

Capítulo de livro que apresenta proposta metodológica de como construir informações e mapas sobre a questão climática, com vistas ao planejamento urbano. Discute as necessidades associadas às mudanças climáticas globais e apresenta propostas de parâmetros urbanísticos que favoreçam o planejamento com base no clima. Ilustra a discussão através do recorte da cidade de Belo Horizonte, no Quadrilátero Ferrífero. Demostra como estamos incluindo a questão do clima nos estudos de Geodesign.

- ZSCHABER Araújo, Rogério Palhares; MOURA, Ana Clara Mourão; NOGUEIRA, Thaísa Daniele Apóstolo. Creating Collaborative Environments for the Development of Slum Upgrading and Illegal Settlement Regularization Plans in Belo Horizonte, Brazil. In.: Silva, Carlos Nunes. Trends and innovation in urban E-planning. IGI Global, 2022. pp. 86-112.
DOI: 10.4018/978-1-7998-9090-4.ch005
Disponível em: https://www.igi-global.com/chapter/creating-collaborative-environments-for-the-development-of-slum-upgrading-and-illegal-settlement-regularization-plans-in-belo-horizonte-brazil/300082

Capítulo de livro que relata nossos experimentos de Geodesign em áreas de vulnerabilidade social em recortes do Quadrilátero Ferrífero. Discute normativas e procedimentos relativos ao problema das ocupações urbanas em vulnerabilidade social, a apresenta breve histórico do enfrentamento da questão em Belo Horizonte.

- PORTO CARREIRO, Patrícia; TRINTA, Patrícia V.; Lima Thiago L. (2021) Asynchronous Mode in the Webgis: A Challenge to Ensure Greater Popular Participation. In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021. ICCSA 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12954. pp 507-520. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86979-3_36

Capítulo de livro que relata a experiência de aplicação do Geodesign nos estudos da Região Metropolitana do Recife. Trata de nosso interesse em experiências de divulgar o método de Geodesign e o emprego da plataforma GISColab, com vistas a experimentar as potencialidades e limitações e fazer ajustes, através da observação das atuações de outros grupos e em diferentes realidades. No estudo de caso do Recife, observamos as potencialidades de trabalho assíncrono no Geodesign e no GISColab.

- MOURA A.C.M., FREITAS C.R. (2021) Co-creation of Ideas in Geodesign Process to Support Opinion and Decision Making: Case Study of a Slum in Minas Gerais, Brazil. In: La Rosa D., Privitera R. (eds) Innovation in Urban and Regional Planning. INPUT 2021. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 146. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68824-0_28

Trata-se de estudo de aplicação do método de Geodesign e do emprego da plataforma GISColab em estudos de casos de áreas de vulnerabilidade social no Quadrilátero Ferrífero, com vistas a discutir como enfrentar este desafio em processos de planejamento participativo.

- MARINO Tiago B., ROCHA Cézar A.B., ROSA Ashiley A., MELLO Tiago A.G. (2021) Geodesign Applied to Propositional Scenarios of Medium and Long-Term Sustainable Projects for Rio de Janeiro

Metropolitan Region, Brazil. In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021. pp 437-447. ICCSA 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12954. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86979-3_31

Capítulo de livro que relata a experiência de aplicação do Geodesign nos estudos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Trata de nosso interesse em experiências de divulgar o método de Geodesign e o emprego da plataforma GISColab, com vistas a experimentar as potencialidades e limitações e fazer ajustes, através da observação das atuações de outros grupos e em diferentes realidades. No estudo de caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, observamos as potencialidades de inclusão de tecnologia de VGI – Volunteered Geographic Information (mapeamento voluntariado), através da plataforma ViconSaga, no processo de Geodesign.

- MOURA, A. C. M., VIEIRA, F. C. D. V., and MORAIS, C. F. D.: Geodesign as a support for proposing actions to fulfil the Sustainable Development Goals, Proc. Int. Cartogr. Assoc., 4, 75, https://doi.org/10.5194/ica-proc-4-75-2021 , 2021

Capítulo de livro que aborda a relação entre Geodesign, Tecnologias de Geoinformação, Dados Geoespaciais organizados em Infraestrutura de Dados Espaciais, e a mensuração dos princípios de ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Ilustra o processo de como nossos workshops mensuram os atendimentos aos ODS, exemplificando com o estudo de caso do Quadrilátero Ferrífero.

- SANDRES, A.A. et al. (2021) Geodesign Brazil: Trees for the Metropolitan Area of São Paulo. In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021. ICCSA 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12954. Springer, Cham. pp 463-475. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86979-3_33

Capítulo de livro que relata a experiência de aplicação do Geodesign nos estudos da Região Metropolitana de São Paulo. Trata de nosso interesse em experiências de divulgar o método de Geodesign e o emprego da plataforma GISColab, com vistas a experimentar as potencialidades e limitações e fazer ajustes, através da observação das atuações de outros grupos e em diferentes realidades. No estudo de caso da Região Metropolitana de São Paulo, desenvolvemos as métricas de cálculo de sequestro de carbono, como forma de mensurar as contribuições ambientais, em processo que foi também testado em outras áreas de estudo e levado posteriormente para o estudo de caso do Quadrilátero Ferrífero, em outro artigo.

- MOURA A.C.M., FREITAS C.R., DE FREITAS V.T., de SA A.I.A. (2021) Geodesign Using GISColab Platform: SDI Consumed by WMS and WFS & WPS Protocols in Transformative-Learning Actions in Planning. In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021. ICCSA 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12954. pp. 448-462. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86979-3_32

Capítulo de livro que aborda os desafios de usar o método de Geodesign como forma de cocriação e planejamento compartilhado em áreas de vulnerabilidade social. O capítulo é ilustrado por recortes de áreas de vulnerabilidade em porções do Quadrilátero Ferrífero. O objetivo do artigo foi discutor as potencialidades de consumo da informação geoespacial através dos protocolos de WMS, WPS e WFS.

- PANCHER A.M., de SÁ A.I., COSTA M., AGUIAR T.O. (2021) The Potential of Geodesign for the Optimization of Land Use in the Perspective of Sustainability: Case Study of the Metropolitan Region of Campinas. In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021. ICCSA 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12954. pp. 476-490. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86979-3_34

Capítulo de livro que relata a experiência de aplicação do Geodesign nos estudos da Região Metropolitana de Campinas. Trata de nosso interesse em experiências de divulgar o método de Geodesign e o emprego da plataforma GISColab, com vistas a experimentar as potencialidades e limitações e fazer ajustes, através da observação das atuações de outros grupos e em diferentes realidades. No estudo de caso da Região Metropolitana de Campinas a abordagem testada e depois levada para outros estudos (inclusive o Quadrilátero Ferrífero) foi a de trabalharmos guiados pelo tripé da Sustentabilidade (Ambiental, Econômico e Social).

- MAGALHÃES Danilo M.; MOURA, Ana Clara M. (2021) Use of Remotely Piloted Aircraft to Update Spatial Data in Areas of Social Fragility. In: La Rosa D., Privitera R. (eds) Innovation in Urban and Regional Planning. INPUT 2021. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 146. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68824-0_23

O capítulo retrata o uso de drones na captura de informações em áreas de fragilidade social, localizadas no Quadrilátero Ferrífero. Explora as potencialidades de captura drone para a elaboração de cadastros de edificações para fins de planejamento urbano e como entrega da geovisualização para workshops de Geodesign.

- MARTÍNEZ Gustavo A.T., DE VARGAS VIEIRA F.C., ROCHA C.C., PALHETA A.C.M., Neri S.H.A. (2021) Using Geodesign to Plan the Future of Macapa Metropolitan Region, State of Amapa, Brazil: A Support to Expanding Collaborative Technical Performance. In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021. ICCSA 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12954. Springer, Cham. pp 491-506. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86979-3_35

Capítulo de livro que relata a experiência de aplicação do Geodesign nos estudos da Região Metropolitana de Macapá. Trata de nosso interesse em experiências de divulgar o método de Geodesign e o emprego da plataforma GISColab, com vistas a experimentar as potencialidades e limitações e fazer ajustes, através da observação das atuações de outros grupos e em diferentes realidades. No estudo de caso da Região Metropolitana de Macapá a abordagem testada e depois levada para outros estudos foi a de observar o modo de trabalho de profissionais técnicos do estado do Amapá, verificando potencial da ferramenta para uso institucional.

- MOURA, Ana Clara Mourão; Freitas, Christian Rezende. Brazilian Geodesign Platform: WebGis & SDI & Geodesign as Co-creation and Geo-Collaboration. Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: Springer International Publishing, 2020, v. 12252, p. 332-348.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58811-3_24

Trata-se do texto de apresentação da nossa da plataforma de Geodesign. Fomos convidados para apresentá-la na ICCSA (20th International Conference on Computational Science and Applications) em julho próximo (a conferência acontecerá por videoconferência em função da pandemia) e o texto será publicado na forma de capítulo de livro como resultado da conferência, pela editora Springer.

- MOURA, Ana Clara Mourão; OLIVEIRA, Francisco Henrique; FURLANETTI, Thobias; PANCELI, Regina; OLIVEIRA, Elna Fatima Pires; STEINITZ, Carl. Geodesign as Co-creation of Ideas to Face Challenges in Indigenous Land in the South of Brazil: Case Study Ibirama La Klano. Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: Springer International Publishing, 2020, v. 12252, p. 279-295.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58811-3_20

Trata-se de estudo de caso em Geodesign desenvolvido com o grupo de Santa Catarina, através de representantes da Defesa Civil do estado e professores da UDESC. Relata estudo de caso de planejamento participativo em terra indígena que se encontra em riscos de inundação por ações antrópicas. Optamos pelo estudo de caso da terra indígena Ibirama La Klano em Santa Catarina para favorecer que o grupo de lá se informasse sobre o Geodesign trabalhando uma temática de interesse e sobre território de conhecimento local.

- CAMARGOS, Lourdes Manresa; ROCHA, Nicole Andrade; MOURA, Ana Clara Mourão. Use of Landscape Metrics and Multi-criteria Analysis to Identify Landscape Units Concerning of Vegetation of Quadrilátero Ferrífero - MG. Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: Springer International Publishing, 2020, v. 12253, p. 381-393.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58814-4_27

Capítulo de livro que relata como devem ser preparados os modelos de representação, processo e avaliação de um Geodesign considerando especificamente os recursos hídricos e incentivando reflexões sobre o valor da infraestrutura azul. O estudo de caso é o Quadrilátero Ferrífero.

- MAGALHÃES, Danilo Marques; MOURA, Ana Clara Mourão. Aerial Images and Three-Dimensional Models Generated by RPA to Support Geovisualization in Geodesign Workshops. Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: Springer International Publishing, 2020, v. 12252, p. 296-309.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58811-3_21

Capítulo de livro que relata como favorecer a participação em workshops de Geodesign através da ampliação do reconhecimento do território por recursos de geovisualização. A coleta de dados por tecnologia de geoinformação é realizada por captura drone (RPA - *remotely piloted aircraft*) e são feitos amplos investimentos técnicos na construção de modelo 3D. O objetivo é utilizar em workshops de Geodesign para que os participantes ampliem a compreensão sobre o estudo de caso e construam a capacidade de navegar entre informações cartográficas, mapas mentais e realidade. Apresenta exemplos de recortes em áreas de vulnerabilidade social em Belo Horizonte, uma vez que toda a área do QF seria por demais extensa para a captura drone.

- CASAGRANDE, Pedro Benedito; PARISI, Maria Giovana; MOURA, Ana Clara Mourão; CAMARGOS, Lourdes Manresa; ZYNGIER, Camila Marques; DA SILVA Borges Barbosa, Viviane; MAGALHÃES, Danilo Marques; SILVA, Gilberto Rodrigues. Dam Break and Human Disaster: Córrego do Feijão, Brumadinho, MG. Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: Springer International Publishing, 2020, v. 12255, p. 855-863.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58820-5_61

Capítulo de livro que apresenta a possibilidade de aplicação de métodos de tecnologia geoespacial e geodesign na proposição de nova paisagem para a área diretamente afetada pelo desastre ambiental de ruptura de barragem em Brumadinho, MG. Relata experimento desenvolvido com método no ensino em sala de aula no curso de Arquitetura e Urbanismo.

- MOURA, Ana Clara M. Escolhas Conscientes em Tecnologias de Geoinformação para Representação, Análise, Simulação e Proposição para um Território: Suporte ao Geodesign. In.: SUTIL, Thaíse, PEREIRA, Jori R.; LADWIG, Nilzo I.; ZOCCH, Jairo J.; PEREIRA, Jader L. Geoprocessamento na análise ambiental. Criciúma (SC): Unesc, 2020. Cap. 1, p. 11-68. DOI: http://dx.doi.org/10.18616/geop01

Capítulo de livro no qual a autora orienta, em detalhes, sobre o estado da arte e o estado do desenho (conceitos e práticas) para se empregar o Geodesign. Apresenta a caracterização do conceito e explica os passos para se empregar o método, ilustrando o processo. O capítulo foi escrito justamente como contribuição à pesquisa, e só aceitamos escrever por este motivo. Mas o professor organizador não seguiu o material enviado e não colocou os nossos agradecimentos, com a citação do projeto CNPq. Por este motivo, apresentamos aqui devido à sua importância, mas não vamos computar nos nossos índices.

- MOURA, Ana Clara M. O Geodesign como processo de co-criação de acordos coletivos para a paisagem territorial e urbana. In.: LADWIG, Nilzo I.; CAMPOS, Juliano B. (org). Planejamento e Gestão Territorial: O Papel e os Instrumentos do Planejamento Territorial na Interface entre o Urbano e o Rural. Criciúma, Livros Ediunesc, 2019. p. 16 - 69. ISBN: 978-85-8410-108-5 DOI: dx.doi.org/10.18616/pgtur01

Capítulo de livro no qual se orienta como um usuário deve se organizar para montar um processo de Geodesign, passando por todos os modelos apoiados por tecnologias de geoinformação. Apresenta também explicações sobre o que é Geodesign e suas potencialidades.

- BLEČIĆ, Ivan, SANTOS, Alessandra G., MOURA, Ana Clara M., TRUNFIO, Giuseppe A. Multi-criteria Evaluation vs Perceived Urban Quality: An Exploratory Comparison. In: Misra S. et al. (eds), Computational Science and Its Applications – ICCSA 2019. ICCSA 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11621. Springer, Cham, 2019, p. 612-627. DOI: 10.1007/978-3-030-24302-9_44
Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-24302-9_44

Capítulo de livro que resultou de trabalho conjunto com professores da Universidade de Cagliari e de Sassari, na Itália. Teve o objetivo de criar laços com outros pesquisadores internacionais, nos quais eles nos ensinaram a expertise em capturar e analisar dados por mídia social, ao passo que nós ensinamos nossa expertise a produção de modelos de representação, processo e avaliação espacial. Optamos pelo recorte espacial da Pampulha, regional municipal de BH e dentro do QF, porque o algoritmo empregado teria muitas dificuldades para processar os dados e produzir informações para todo o QF. Mas já foi uma investigação de aprendizado sobre o uso da mídia social.

- MOURA, Ana Clara M.; TONDELLI, Simona; MUZZARELLI, A. Complementary web-based geoinformation technology to geodesign practices: Strategic decision-making stages of co-creation in territorial planning. In: LEONE, Antonio; GARGIULO, Carmela (eds), Environmental and territorial

modelling for planning and design.1 ed. Naples, FedOAPress, 2018, v.1, p. 643-664. Link: http://www.fedoabooks.unina.it/index.php/fedoapress/catalog/book/100

Capítulo de livro que resultou de trabalho conjunto com professores da Universidade de Bologna, na Itália. Teve o objetivo de criar laços com outros pesquisadores internacionais, nos quais eles nos ensinaram a expertise em trabalhar com Web-Map e Web-Gis, ao passo que nós ensinamos nossa expertise na estruturação e condução de um workshop de Geodesign para planejamento territorial. O estudo de caso empregado foi o município de Faenza, na Itália, escolha justificada por nossa intenção de que eles entendessem bem o processo de Geodesign, o que foi facilitado por todos nós conhecermos bem Faenza e suas potencialidades e vulnerabilidades.

- ROCHA, Nicole A.; MOURA, Ana Clara M.; BALLAL, Hrishikesh; FREITAS, C. R.; NETELER, M. From the logic of desktop to web services applications in GIS. The construction of basic evaluation maps to support urban planning and co-design. In: LEONE, Antonio; GARGIULO, Carmela (eds), Environmental and territorial modelling for planning and design.1 ed. Naples, FedOAPress, 2018, v.1, p. 687-703. Link: http://www.fedoabooks.unina.it/index.php/fedoapress/catalog/book/100

Capítulo de livro que resultou de trabalho conjunto com pesquisadores internacionais do setor de tecnologias de geoinformação, sendo Ballal o diretor da GeodesignHub (Irlanda) e Neteler o diretor da Mundialis GmbH & CoKG (Alemanha, conhecida por ser a criadora do Grasshopper). Foi uma honra publicar com eles. O objetivo do artigo foi gerar algoritmos automatizados de produção de modelos de avaliação para o Geodesign. Coube ao grupo brasileiro o desenvolvimento da lógica.

o.1.3. PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS EM REVISTAS INDEXADAS (TOTAL DE 30 publicações, 14 internacionais e 16 nacionais):

- MAGALHÃES, D. M.; MOURA, A. C. M. Análise da Morfologia de Modelos Digitais de Superfície Gerados por VANT. Revista Brasileira de Cartografia, v. 73, n. 3, p. 707-722, 30 jun. 2021. Link: https://doi.org/10.14393/rbcv73n3-51600

Artigo que relata nossas investigações nas capturas de dados por drone, procedimentos que depois foram fundamentais como instrumentos para o desenvolvimento da pesquisa, pois a partir dos aprendizados e calibrações de processos, empregamos a capacidade no Quadrilátero Ferrífero, o que resultou mais tarde na publicação do livro.

- MOURA, Ana Clara M.; ZYNGIER, Camila M.; SENA Ítalo S.; and FREITAS, Vanessa T. 2021. "Geodesign Experiments in Areas of Social Vulnerability in the Iron Quadrangle, Minas Gerais, Brazil" Land 10, no. 9: 958. https://doi.org/10.3390/land10090958
Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-445X/10/9/958

Publicação em importante revista internacional Qualis A3, no qual relatamos nossas experiências de aplicação do Geodesign em áreas de vulnerabilidade social no Quadrilátero Ferrífero.

- MOURA, A. C. M.; FREITAS, C. R.; MORAIS, C. F.; SENA, I. S.; CASAGRANDE, P. B. Planning and co-creation of Quadrilatero Ferrifero cultural landscape: Brazilian Geodesign facing inequalities in access and use of digital information. Gestão & Tecnologia de Projetos. São Carlos, v16, n3, 2021.p 97-112. https://doi.org/10.11606/gtp.v16i3.176484

Disponível em:
https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/176484

Artigo em revista nacional, no qual relatamos nossas experiências em workshops de Geodesign no Quadrilátero Ferrífero.

- MOURA, Ana C.M.; FREITAS, Christian R. 2021. "Scalability in the Application of Geodesign in Brazil: Expanding the Use of the Brazilian Geodesign Platform to Metropolitan Regions in Transformative-Learning Planning" Sustainability 13, no. 12: 6508. https://doi.org/10.3390/su13126508

Artigo em importante revista internacional Qualis A1, na qual relamos nossos experimentos na formatação da plataforma GISColab, destinada aos workshops de Geodesign. Para testar nossos métodos, trabalhamos em 13 regiões metropolitanas no Brasil, incluindo a de Belo Horizonte e sua relação com o Quadrilátero Ferrífero. Os aprendizados testados em escalabilidade foram fundamentais para os nossos estudos em Geodesign e parametrização.

- HADDAD, Mônica A.; MOURA, Ana Clara Mourão; COOK, Vivian M. & LIMA, Thiago L. (2021): The Social Dimensions of the Iron Quadrangle Region: An Educational Experience in Geodesign, The Professional Geographer, Volume 73, Issue 3, 2021, pp. 504-520. DOI: 10.1080/00330124.2021.1895849
Link: https://doi.org/10.1080/00330124.2021.1895849

Artigo em importante revista internacional Qualis A1, na qual relamos as investigações do workshop de Geodesign com recorte social no Quadrilátero Ferrífero.

- MOURA, Ana Clara M.; ROSA, Ashiley A.; ARAUJO, Beatriz M.F. and FERREIRA, Felipe A. (2022), "Geodesign and completeness indicators for urban areas: a transformative learning experience in urban planning teaching in Brazil", International Journal of Building Pathology and Adaptation, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. https://doi.org/10.1108/IJBPA-10-2021-0141

Artigo internacional em revista que teve suas publicações iniciadas após 2016, e por isto não consta da lista Capes, mas é uma revista muito respeitada do grupo Emerald, com índice Scopus 3.5. No artigo relatamos nossas investigações em incluirmos os indicadores de completude para análise da qualidade das vias urbanas. Estas investigações passaram a fazer parte dos nossos estudos em Geodesign em áreas urbanas do Quadrilátero Ferrífero, e criamos scripts para mensuração e parametrização do tema.

- MOURA, Ana Clara M.; MORAIS, Camila F.d. and MELLO, Tiago A G. (2022), "Geodesign and Sustainable Development Goals in the environmental parameterization of the Iron Quadrangle region, Brazil: an academic experience", International Journal of Building Pathology and Adaptation, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. https://doi.org/10.1108/IJBPA-11-2021-0143

Artigo internacional em revista que teve suas publicações iniciadas após 2016, e por isto não consta da lista Capes, mas é uma revista muito respeitada do grupo Emerald, com índice Scopus 3.5. No artigo relatamos os estudos de ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, e parametrização da qualidade da paisagem urbana e ambiental no Quadrilátero Ferrífero.

- MOURA, Ana Clara M.; FONSECA, Bráulio M. ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) of Vegetation Cover in Urban Areas—Recognition of Vulnerabilities for the Management of Resources in Urban Green Infrastructure. Sustainability 2020, 12(5), p. 1-22. (doi:10.3390/su12051933)

Artigo em importante revista internacional que aborda o estado-da-arte e o estado-do-desenho na aplicação de NDVI (índice normalizado da diferença da vegetação) e as estatísticas espaciais de ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) na análise da distribuição da cobertura vegetal e sua relação com a questão da vulnerabilidade social, associada a renda e fragilidade de infraestrutura. Usa como recorte espacial uma região do Quadrilátero Ferrífero, a Regional Pampulha, com vistas a apresentar um exemplo que ilustre o processo, tornando o artigo didático.

- COCCO, Chiara; FREITAS, Christian R.; MOURA, Ana Clara M.; CAMPAGNA, Michele. Geodesign Process Analytics: focus on design as a process and its outcomes. Sustainability 2020, 12, 119; doi:10.3390/su12010119.

Artigo em importante revista internacional que relata os nossos procedimentos de programação de scripts em ETL (Extract, Transform and Load) para a geração de recursos para a plataforma de Geodesign GISColab, assim como para o emprego de métricas de performance em workshops de Geodesign.

- CASAGRANDE, Pedro B.; PARISI, Maria Giovana; MOURA, Ana Clara M.; SENA, Ítalo S.; GARCIA, Paula B. Índice de Risco Geológico utilizado como apoio ao planejamento urbano e territorial: estudo de caso no município de Nova Lima, MG. Revista Brasileira Geomorfologia (Online), São Paulo, v.21, n.1, (Jan-Mar) p.3-16, 2020. http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1662

Artigo que relata o procedimento de construção de um índice geológico de potencial de uso urbano do território. Trata-se da metodologia que empregamos para o Quadrilátero Ferrífero para construção do mesmo índice, mas no estudo de caso adaptado para a escala municipal, o município de Nova Lima, no QF, mostrando a escalabilidade e ajustes necessários para tal desempenho.

- MOTTA, Silvio R. F.; MOURA, Ana Clara M.; ROBEIRO, Suellen R. Modelagem dinâmica de combinação de variáveis por multicritérios: emprego de modelo paramétrico e algoritmo genético no estudo da área de patrimônio mundial reconhecido pela UNESCO na Pampulha, Brasil. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v.14, n.1, p.142-159, set.2019. DOI: http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v14i1.148381

Artigo cujo objetivo foi a investigação sobre modelagem paramétrica através da construção de algoritmos. Destaque para o objetivo de se trabalhar com a análise de multicritérios que a base para a construção de Modelos de Avaliação em Geodesign. Em virtude de a Modelagem paramétrica ainda ser um processo complexo, foi escolhido o recorte da regional Pampulha de Belo Horizonte, que está inserida no Quadrilátero Ferrífero, mas compõe área menor para o manuseio de dados e informações.

- SANTOS, Alessandra G.; MOURA, Ana Clara M. Mobility: exploratory analysis for territorial preferences. TeMA, Journal of land Use, Mobility and Environment (Itália), v.12, n. 2, 2019, p. 147-156. DOI: https://doi.org/10.6092/1970-9870/6126

Artigo cujo objetivo foi o estudo do potencial de análise de multicritérios, base na construção de Modelos de avaliação no Geodesign. A temática de investigação escolhe como estudo de caso a grey-

infrastructure, relacionada a mobilidade, e faz o recorte da Pampulha regional de Belo Horizonte, que está inserida no Quadrilátero Ferrífero, mas compõe área menor justificada pelo interesse em se iniciar a investigação por um recorte territorial menor.

- FREITAS, Christian R.; MOURA, Ana Clara M. ETL Tools to Analyze Diagrams' Performance: Favoring Negotiations in Geodesign Workshops. DisegnareCon - Atti dei seminari (Itália), v.11, p.15.1 - 15.23, 2018.

Artigo de grande importância para os estudos de Geodesign, pois apresenta os algoritmos de avaliação de diagramas de políticas e projetos elaborados nos workshops de Geodesign. O objetivo é identificar similaridades topológicas e locacionais, como suporte a negociações em Geodesign. Os algoritmos desenvolvidos depois passaram a fazer parte da plataforma brasileira de Geodesign. Ilustrado com exemplos do Quadrilátero Ferrífero e de área de vulnerabilidade social em Belo Horizonte.

- MONTEIRO, Lívia; MOURA, Ana Clara M.; ZYNGIER, CAMILA MARQUES; SENA, Ítalo S.; PAULA, Priscila. L. Geodesign Facing the Urgency of Reducing Poverty: The Cases of Belo Horizonte. DisegnareCon - Atti dei seminari (Itália), v.11, p.6.1 - 6.25, 2018.

Artigo que relata um estudo de caso completo de Geodesign, desenvolvido em colaboração com a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, no qual o método deu suporte ao planejamento de uma área de vulnerabilidade social. É artigo de importância por relatar como se estrutura cada etapa do Geodesign na negociação de conflitos de interesse territoriais.

- SENA, Ítalo S.; FONSECA, Bráulio M.; ANDRADE, Bruno Amaral; MOURA, Ana Clara M. Minecraft como ferramenta de visualização e interpretação da paisagem de interesse para a geodiversidade de Minas Gerais - MG. Revista de Geografia (Recife). , v.35, p.120 - 130, 2018.

Artigo que relata a modelagem digital da paisagem de interesse de patrimônio cultural e arqueológico, para utilização da gamificação baseada em Minecraft, visando a conscientização sobre a geodiversidade em Minas Gerais. O processo de gamificação pode ser usado em workshops de Geodesign nos quais o elemento lúdico seja um recurso.

- CASAGRANDE, Pedro B.; MOURA, Ana Clara M. Potentiality of support technologies for opinion and decision-making as a tool for insertion of the geologist in territorial planning. DisegnareCon - Atti dei seminari (Itália), v.11, p.5.1 - 5.19, 2018.

Artigo que relata a inserção das variáveis de geologia em um workshop de Geodesign, apresentando o estudo de caso do Quadrilátero Ferrífero. Apresenta e discute as representações, processos e avaliações do ponto de vista da Geologia no território do QF.

- BENEVIDES, Caroline C.; RIBEIRO, Suellen R.; FALCAO, Ana Paula; SILVA, Jorge B.; MOURA, Ana Clara M. The Use of 3D GIS Models for Spatial Analysis: A Case Study from the City of Fortaleza, Brazil. DisegnareCon - Atti dei seminari (Itália), v.11, p.13.1 - 13.13, 2018.

Artigo que explora os conceitos de modelagem paramétrica. Teve como objetivo a aproximação com pesquisadores de Fortaleza e de Lisboa (Instituto Superior Técnico). Como o objetivo era a

aproximação de equipes levamos a nossa expertise em Modelagem Paramétrica, mas adotamos o estudo de caso de Fortaleza, para que os demais pesquisadores fossem mais bem contemplados.

- MOURA, Ana Clara; ROCHA, Nicole; SENA, Ítalo; KECHAGIOGLOU, Xeni; CAMPAGNA, Michele. Vegetation cover indexes in urban areas: Landscape Ecology studies with Sentinel2 images. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v.70, p.1686 - 1714, 2018. Doi: http://dx.doi.org/10.14393/rbcv70n5-44569.

Artigo que visou explorar as potencialidades de aplicação de processamento digital de imagens de satélite, mais especificamente o satélite Sentinel, com vistas a produzir modelos de avaliação sobre a temática de cobertura vegetal e infraestrutura verde. Inova nos estudos sobre métricas de ecologia da paisagem. Teve como objetivo a aproximação com pesquisadores estrangeiros, da Grécia e da Itália, e por este motivo adota exemplos para demonstração em cidades do mundo. Uma vez demostrado o processo, ele depois é utilizado em estudos posteriores no Quadrilátero Ferrífero.

- FREITAS, Christian R.; MOURA, Ana Clara M. Optimization, dynamization and visualization in the use of LIDAR data in Pampulha, Belo Horizonte: from desktop to spatial database. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online). v.69, n. 8, p.1402-1416, 2017.

Artigo que teve como objetivo demostrar o potencial dos recursos de ETL (*Extract, Transform and Load*) na programação em análises especiais. Como utiliza dados de extrema qualidade de resolução (captura LIDAR – *Light Detection and Ranging*) e ortofotos de 20 cm, adota um recorte territorial menor, a regional Pampulha de Belo Horizonte que está dentro do território do Quadrilátero Ferrífero. Os conhecimentos em ETL depois serão muito importantes em estudos posteriores para a plataforma brasileira de Geodesign.

- MOTTA, Silvio R. F.; MOURA, Ana Clara M.; RIBEIRO, S. R. Ampliando do data-driven e knowledge-driven para propor o visual-driven na Análise de Multicritérios: estudo de caso de modelagem em Grasshopper+Rhino3D. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v.69/8, p.1521 - 1535, 2017.

Artigo cujo objetivo foi a investigação sobre modelagem paramétrica através da construção de algoritmos. Destaque para o objetivo de se trabalhar com a análise de multicritérios que a base para a construção de Modelos de Avaliação em Geodesign. Inova trazendo o *visual-driven* para a Multicritérios. Explora as possibilidades no Rhino 3D. Em virtude de a Modelagem paramétrica ainda ser um processo complexo, foi escolhido o recorte da regional Pampulha de Belo Horizonte, que está inserida no Quadrilátero Ferrífero, mas compõe área menor para o manuseio de dados e informações.

- BORGES, Júnia L. C.; MOURA, Ana Clara M.; PAULA, Priscila. L.; CASAGRANDE, Pedro B. Big-Data; Volunteered Geographic Information; Social Media Geographic Information. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v.69, p.1586 - 1597, 2017.

Artigo que surgiu do estudo de caso do desastre ambiental da ruptura da barragem de Mariana. O estudo captura informações na mídia social (Instagram) e desenvolve um algoritimo para separar registros relativos à paisagem, vida cotidiana e memes. O objetivo era mapear de modo georreferenciado os comentários e entender o pensamento dos cidadãos do território.

- RIBEIRO, Suellen R.; MOURA, Ana Clara M. Geodesign in the proposition of urban parameters of occupation: possibilities of application of a 3D cadastre in landscape management. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v.69, p.1429 - 1441, 2017.

Artigo que explora as potencialidades da Modelagem Paramétrica para planejamento e gestão da paisagem urbana, com vistas a dar suporte e revisões de Planos Diretores. Defende o papel do cadastro 3D. Escolhe o estudo de caso do recorte da regional Pampulha em Belo Horizonte e inserida no Quadrilátero Ferrífero, tendo em vista que a modelagem paramétrica aplicada exige robustez de dados que não seriam possíveis ainda para todo o Quadrilátero.

- ROCHA, Nicole A.; SENA, Ítalo S.; CASAGRANDE, Pedro B.; CASTRO, Marina M.; FONSECA, Bráulio M.; MOURA, Ana Clara M. Studies of volumetric relation between vegetation and buildings using LIDAR data and NDVI to propose urban parameters. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v.69, p.1456 - 1475, 2017.

Artigo que teve como objetivo desenvolver processos de tratamento de dados de altíssima resolução originados por captura LIDAR – *Light Detection and Ranging* e ortofotos de 20 cm. Desenvolve processo metodológico para a representação de volumes de cobertura vegetal que são comparados com volumes edificados com vistas a dar base para a proposição de novos parâmetros urbanísticos relacionados à vegetação. Adota um recorte territorial menor, a regional Pampulha de Belo Horizonte que está dentro do território do Quadrilátero Ferrífero, em virtude da inexistência desta qualidade de dados para todo o QF e em virtude da dificuldade de se trabalhar com grande volume de dados em função da altíssima resolução.

- CASAGRANDE, Pedro B.; PARISI, Maria Giovana; MOURA, Ana Clara M.; SENA, Ítalo S.; GARCIA, Paula B. Índice de Risco Geológico utilizado como apoio ao planejamento urbano e territorial: estudo de caso no município de Nova Lima, MG. Revista Brasileira Geomorfologia (Online), São Paulo, v.21, n.1, (Jan-Mar) p.3-16, 2020. http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1662

Artigo de grande importância para os estudos do QF, pois apresenta a proposta metodológica para a construção do índice de risco geológico. Ilustra a proposta com um recorte territorial do Quadrilátero Ferrífero, o município de Nova Lima. O mesmo método foi depois ampliado para todo o Quadrilátero Ferrífero na continuidade dos estudos, gerando modelos de representação, processo e avaliação para o Geodesign.

- COCCO, Chiara; FREITAS, Christian R.; MOURA, Ana Clara M.; CAMPAGNA, Michele. Geodesign Process Analytics: focus on design as a process and its outcomes. Sustainability 2020, 12, 119; doi:10.3390/su12010119.

Artigo no qual são apresentados os estudos de algoritmos de cálculo de similaridade entre diagramas de política e de projetos resultantes de workshops de Geodesign, com vistas a dar suporte em processos de negociação de propostas no Geodesign e avaliação de performances de resultados. Teve como objetivo colaborar com pesquisadores internacionais (Universidade de Cagliari, Itália) e por este motivo adora exemplo de estudo de caso italiano.

- SENA, Ítalo S.; CASAGRANDE, Pedro B.; ROCHA, Nicole A.; FONSECA, Bráulio M.; RUCHKYS, Ursula. Crowdsourcing and geoprocessing as a support to the elaboration of geotouristic routes. Revista Brasileira de Cartografia (2017), No 69/8, p. 1536-1548.

Artigo que explora a potencialidade dos dados extraídos de mídia social na caracterização e análise do potencial geoturísticos de um território. Desenvolve estudo de caso em recorte do Quadrilátero Ferrífero.

- CONTI, Alfio; Martínez, Gustavo A. T. Cartographic visualization of morphological and hierarchical relations in city networks: a basis for understanding the urban systems of the Quadrilátero, Revista Brasileira de Cartografia (2017), Nº 69/8, 2017, p.1503-1520.

Artigo de grande importância para os estudos do Quadrilátero Ferrífero, pois realiza a análise das ocupações urbanas e dos novos assentamentos no território, analisando as conexões existentes e identificando as áreas de influência das ocupações urbanas. Os dados e análises produzidos alimentaram os workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero.

- ZYNGIER, Camila M.; PENSA, Stefano; MASSALA, Elena. Participatory planning practices based on interactive visualization. Revista Brasileira de Cartografia Nº 69/8, 2017, p. 1566-1585.

Artigo que contribui com o discurso sobre a importância da visualização e da geovisualização no planejamento participativo. Como o objetivo era interagir com pesquisadores estrangeiros (da Itália), ilustram o artigo exemplos brasileiros e italianos.

- CHIQUITO, Elisângela A., ARAÚJO, Rogério Z., PAULA, Priscila L. Geographic Visualization as a Planning Support Tool to Improve Public Participation in New Urban Development Decision Making Processes: Geodesigning Potencial Housing Areas at the Iron Quadrangle in Minas Gerais, Brazil. Revista Brasileira de Cartografia, No 69/8, 2017, p. 1476-1492.

Artigo de importância para os estudos do Quadrilátero Ferrífero, pois realiza a análise das condições existentes para as ocupações urbanas e dos novos assentamentos no território. Aborda questões de infraestrutura básica e de acessos ao território, avaliando condições de expansão urbana. Os dados e análises produzidos alimentaram os workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero.

- MOTTA, Silvio Romero Fonseca; SALGADO, Marina; BITTENCOURT, Eduardo Moutinho Ramalho; SOUZA, Guilherme Tavares Muzzi; OLIVEIRA, Jessye Ariane Gomes. A Didactic Experience on the Use of a Parametric Tool for Multicriteria Analysis in Planning Education. DisegnareCon, v.11, n. 20, 2018. p. 16.1 - 16.8.

Artigo cuja função é defender a importância de estudos sobre Modelagem Paramétrica nos ensinos de Arquitetura e Urbanismo.

o.1.4. PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS EM REVISTAS INDEXADAS INTERNACIONAIS não classificadas com Qualis (7 sem Qualis CAPES)

- ROCHA, Nicole A.; CASAGRANDE, Pedro B.; MOURA, Ana Clara M. Análise Combinatória e Pesos de Evidência na produção de Análise de Multicritérios em modelos de avaliação. GEOSIG - Geografía y Sistemas de Información Geográfica (Argentina), v.11, n.10, p.49 - 74, 2018.

Artigo que visa apresentar o estado-da-arte da Análise de Multicritérios, demonstrando quando se aplica o método por Pesos de Evidência e quando se aplica por Análise Combinatória. A análise de multicritérios é base para a criação de Modelos de Avaliação em Geodesign.

- MAGALHÃES, Danilo M.; MOURA, Ana Clara M. Avaliação da acurácia do modelo tridimensional de uma edificação gerado por um micro VANT. GEOSIG - Geografía y Sistemas de Información Geográfica (Argentina), v.11, n.10, p.75 - 100, 2018.

Artigo que visa explorar os potenciais da captura drone (VANT – veículo aéreo não transportado) na geração de representações 3D para planejamento e gestão. Fez parte de nossa capacitação no uso do drone para mapeamentos.

- FARIA, Débora F.; RAMOS, Verônica T.; FREITAS, Vanessa T.; MOURA, Ana Clara M. Geodesign no ensino de planejamento urbano em escala local: a construção compartilhada de ideias para projetos e políticas. GEOSIG - Geografía y Sistemas de Información Geográfica (Argentina), v.11, n.10, p.127 - 152, 2018.

Artigo que demonstra como o processo de Geodesign pode ser ensinado em sala de aula e ser contemplado nos currículos de Arquitetura e Urbanismo,

- HERCULANO, Renata N.; ZYNGIER, Camila M.; MOURA, Ana Clara M.; RIBEIRO, Suellen R.; KATO, Julia Marion F. Parâmetros urbanísticos nos Planos Diretores brasileiros e a composição volumétrica da paisagem: questões a serem consideradas sobre o impacto do Coeficiente de Aproveitamento (CA). GEOSIG - Geografía y Sistemas de Información Geográfica (Argentina), v.11, n.10, p.101 - 126, 2018.

Artigo que visa trazer a discussão dos parâmetros urbanísticos e seus impactos na paisagem urbana, com vistas a alertar sobre o tema na revisão de Planos Diretores brasileiros. É um artigo de conscientização sobre a temática.

- MOURA, Ana Clara M.; MOTTA, Silvio R. F.; SANTOS, Lucas Saliba; SOUZA, Guilherme T. M. Visual-driven como suporte à decisão em Análise de Multicritérios: simulação de pesos das variáveis na produção de Modelos de Avaliação. GEOSIG - Geografía y Sistemas de Información Geográfica (Argentina), v.11, n.10, p. 209 - 235, 2018.

Artigo que explora as potencialidades da Modelagem Paramétrica para suporte à elaboração de Análises de Multicritérios.

- MOURA, Ana Clara M.; RIBEIRO, Suellen R.; BENEVIDES, Caroline C. Visualização em SIG 3D como suporte a processos de Geodesign: escolha de Semiologia Gráfica para a conexão entre realidade e representação. GEOSIG - Geografía y Sistemas de Información Geográfica (Argentina), v.11, n.10, p.23 - 48, 2018.

Artigo que desperta para a importância do tratamento gráfico da informação e da aplicação da semiologia gráfica correta para se garantir a visualização e a geovisualização 3D nos produtos de suporte ao planejamento.

- PAULA, Priscila. L.; CAMARGOS, Lourdes M.; MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, C. R. WebGis como suporte à visualização de informações para processos de Geodesign: estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. GEOSIG - Geografía y Sistemas de Información Geográfica (Argentina), v.11, n.10, p.184 - 208, 2018.

Artigo que explora o papel e o potencial do Web-Map e do Web-Gis como suporte ao planejamento participativo, nas ações de compreensão das características do território. Adota o exemplo da regional Pampulha em Belo Horizonte e inserida no Quadrilátero Ferrífero como protótipo de criação e uso da plataforma.

- MOURA, Ana Clara M.; MARINO, Tiago B.; BALLAL, Hrishikesh; RIBEIRO, Suellen R.; MOTTA, Silvio R. F. Interoperability and visualization as a support for mental maps to face differences in scale in Brazilian Geodesign processes. Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna (Polônia), v.35, p.89 - 102, 2016. (saiu com data de 2016 porque a revista estava em atraso com seus números, mas foi aceito em 2017 após o início do projeto).

Artigo de importância para os estudos de Geodesign, pois trouxe a discussão da importância da interoperabilidade para plataformas de Geodesign. Teve o papel de favorecer a colaboração com pesquisares estrangeiros (Irlanda) e de outras universidades brasileiras (UFRRJ) e abordou um princípio que depois foi adotado na plataforma brasileira de Geodesign.

o.1.5. PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS EM EVENTOS CIENTÍFICOS (5):

- BALLAL, Hrishikesh; MOURA, Ana Clara M.; COCCO, Chiara. Towards social Geodesign: A case study in Faenza, Italy. 8 p. In.: Whose Right to The Smart City? Conference and Workshops Plymouth University, UK. Sunday 10th- Monday 11th September 2017, https://whosesmartcity.net/conference/

Artigo que relata o potencial de associação de recursos de mídia social nos estudos de caso de Geodesign. Visou colaboração com pesquisadores estrangeiros da Itália e da Irlanda, e por este motivo é ilustrado com um estudo de caso italiano.

- CASAGRANDE, Pedro B.; FONZINO, Francesco; LANFRANCHI, Emil; FONSECA, Bráulio; SENA, Ítalo S. Proposta de Índice de Risco Geológico: estudo de caso para o município de Norcia, itália. XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, 6 a 9 de novembro de 2017. Sociedade Brasileira de Cartografia. http://www.cartografia.org.br/cbc/2017/trabalhos/5/338.html

Artigo que relata como se faz um diagnóstico para avaliação de risco geológico como suporte a um workshop de Geodesign. Visou colaboração com pesquisadores estrangeiros da Itália, e por este motivo é ilustrado com um estudo de caso italiano.

- ZYNGIER, Camila M.; MOURA, Ana Clara M.; CASAGRANDE, Pedro B.; RIBEIRO, Suellen R. O Geodesign como plataforma para co-design: Estudo de Caso Maria
Tereza. SIGraDi 2017, XXICongreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital 22 – 24 noviembre, 2017–Concepción, Chile.

Artigo que relata os processos de montagem e desenvolvimento de um workshop de Geodesign. Ilustra os procedimentos por estudo de caso de área de vulnerabilidade social em Belo Horizonte.

- CASAGRANDE, Pedro B.; MOURA, Ana Clara M.; PARISI, Maria Giovana. O geodesign aplicado a geologia como base do planejamento urbano – Quadrilátero Ferrífero/MG. 16o Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2 a 6 de setembro de 2018, São Paulo. https://www.abge.org.br/cbge-2018/content/index.php?link=informacoes-gerais

Artigo que relata a experiência do workshop de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero sob o ponto de vista da geologia e da geologia econômica.

- BENEVIDES, Caroline C.; RIBEIRO, Suellen R.; MOURA, Ana Clara M., MOTTA, Silvio R. Comparative Analysis of Geospatial Visualization Tools for Urban Zoning Planning. XXII Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital - 22th Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, 07 a 09 de novembro, 2018. USP de São Carlos, Brasil. http://www.sigradi2018.iau.usp.br/?lang=en

Artigo que relata os estudos de Modelagem paramétrica na simulação de paisagens futuras resultantes de Planos Diretores. Conscientiza sobre a questão.

o.1.6. TESES DE DOUTORADO E DISSERTAÇÕES DE MESTRADO:

o.1.6.1 Teses de Doutorado (5 defendidas, 2 em andamento e uma sem citação)

- Nicole Andrade da Rocha. Geoprocessamento na parametrização de áreas verdes urbanas: contribuições ao Plano de Paisagem de Cobertura Vegetal e Arborização Urbana. Defesa em 2019. Tese (Escola de Arquitetura - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Minas Gerais.

A aluna foi responsável pelos estudos relacionados à vegetação e infraestrutura verde na pesquisa. Elaborou os modelos de representação, processo e avaliação sobre o tema para os workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero sobre as temáticas de vegetação. Fez investigações sobre a temática associada à Modelagem Paramétrica de cobertura vegetal urbana. Publicou muitos artigos sobre as experiências junto ao grupo de pesquisa.

- Bruno Amaral de Andrade. O planejamento, a criança e o jogo: o Geodesign na identificação de valores cotidianos e simbólicos do território. Defesa em 2019. Tese (Escola de Arquitetura - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Minas Gerais.

O aluno teve interesse em trabalhar o Geodesign com crianças para educação sobre participação e patrimônio cultural. Publicou sobre suas experiências sobre gamificação com membros do grupo de pesquisa.

- Ítalo Sousa de Sena. Visualização e valorização da paisagem a partir de geogame. Defesa em 2019. Tese (Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais.

O aluno desenvolveu modelos de representação, processos, avaliação, mudança, impacto e decisão com base em gamificação e com o uso de Minecraft. Realizou processo de Geodesign associado a *serious games*. Desenvolveu estudo de caso de patrimônio cultural e arqueológico em Ouro Preto, Quadrilátero Ferrífero. Nos preparos do workshop de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero foi responsável pelos estudos de turismo de natureza e geosítios. Publicou sobre muitas experiências com o grupo de pesquisa. Foi responsável pelo capítulo de abordagem geossistêmica no livro de nossa experiência sobre o Quadrilátero Ferrífero.

- Christian Rezende Freitas. Tecnologias de geoinformação no planejamento territorial: novas formas de produção, compartilhamento e uso de dados espaciais. Defesa em 2020. Tese (Escola de Arquitetura - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Minas Gerais.

O aluno desenvolveu a plataforma brasileira de Geodesign em sua Tese de Doutorado. Foi responsável por programações em ETL (*Extract Transform and Load*) para muitas partes de análise comparativa de diagramas da plataforma. Foi braço direito em processos de programação por geoprocessamento na pesquisa. Realizou estudos sobre o potencial (estado-da-arte) e desenvolveu a plataforma brasileira de Geodesign (estado-do-desenho). Favoreceu o workshop integrativo de propostas para futuros alternativos do Quadrilátero Ferrífero na plataforma brasileira de Geodesign: Web-Gis & IDE & Geodesign – cocriação e geocolaboração. Publicou artigos de grande contribuição com os membros da pesquisa.

- Danilo Marques de Magalhães.
Danilo Marques de Magalhães. Uso de drones como suporte ao planejamento territorial: da coleta de dados à geovisualização. Defesa em 2021. (Doutorando em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais.

O aluno teve como principal colaboração no grupo de pesquisa o seu conhecimento especialista nas capturas e representação de dados por drone. Investe em estudos de ampliação de geovisualização para workshops de Geodesign. Realizou estágio sanduiche na Itália, onde estudou a normativa do país sobre Planos Paisagísticos, sobre a definição de Unidades de Paisagem e Âmbitos de Paisagem. Foi responsável pelas capturas drone no Quadrilátero Ferrífero para as chaves de classificação de Unidades de Paisagem. Publicou artigos e capítulo de livro de contribuição a essa nova tecnologia de geoinformação com membros da pesquisa. Colaborou no capítulo de abordagem geossistêmica no livro de nossa experiência sobre o Quadrilátero Ferrífero, e foi responsável pela geovisualização por imagens drone.

- Ana Isabel Junho Anastasia de Sá. Orçamentos participativos, cidadania e geoinformação: potencialidades e diretrizes metodológicas a partir da experiência de Belo Horizonte. Defesa realizada em 2021. Tese de Doutorado. (Doutorado em Arquitetura) - Universidade Federal de Minas Gerais.

A aluna participou de muitas experiências em workshops de Geodesign, e aplicou diretamente Geodesign e uso a nossa plataforma GISColab no seu estudo de caso principal, com a nossa orientação e com todo o suporte da equipe. No entanto, não citou a pesquisa CNPq no seu documento final de Tese, o que nos impede de computar a sua colaboração em nossos índices.

- José Irley Ferreira Júnior. Desenvolvimento do Índice de Avaliação dos Parâmetros Urbanísticos em cidade formal no município de Belo Horizonte, a luz da lei 11.181 de 8 de agosto de 2019. Aluno que se incorporou ao Laboratório a partir de seus estudos de Doutorado, atuando na temática de estudos de parametrização urbana. Em andamento, previsão de defesa em março de 2023.

- Ashiley Adelaide Rosa. Indicadores de Completude Urbanos: uma proposta de ferramenta de avaliação de impacto e de suporte ao planejamento urbano à luz do Geodesign. Aluna que se incorporou ao Laboratório a partir de seus estudos de doutorado, na temática de Geodesign. Deu suporte a muitos workshops de Geodesign, com vistas a avaliar métodos e técnicas para as suas aplicações específicas, em desenvolvimento, em recorte do Quadrilátero Ferrífero, em área urbana densa. Em andamento, previsão de defesa em março de 2024.

o.1.6.2 Dissertações de Mestrado (3 defendidas e 2 em andamento e uma sem citação).

- Pedro Benedito Casagrande. O framework Geodesign aplicado ao Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais - Brasil: a Geologia como base de planejamento de futuros alternativos para o Quadrilátero Ferrífero. Defesa 2018. Dissertação (Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais.

O aluno foi responsável pelos estudos relacionados à geologia na pesquisa. Elaborou os modelos de representação, processo e avaliação sobre o tema para os workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero sobre temáticas relacionadas à geologia. Fez investigações sobre a temática desenvolvendo o índice de risco geológico à ocupação urbana. Participou ativamente dos workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero, tendo sido responsável pela temática de Geodesign Quadrilátero Ferrífero eixo Econômico. Publicou muitos artigos sobre as experiências junto ao grupo de pesquisa.

- Renata Nogueira Herculano. Os (des)caminhos da linguagem coletiva nas paisagens urbanas brasileiras: a forma modelada pela norma. Defesa 2018. Dissertação (Arquitetura) - Universidade Federal de Minas Gerais.

A aluna foi responsável pela investigação histórica sobre os parâmetros urbanísticos na paisagem urbana brasileira. Realizou levantamento minucioso e de muito valor para descobrir como surgiram os parâmetros ao longo do tempo, do Brasil colonial aos dias de hoje, dando subsídios para entender como eles foram conformando a paisagem urbana ao longo do tempo. Levou seus alunos de Universidade Participar para participarem de experiências de workshop de Geodesign sobre o Quadrilátero Ferrífero. Publicou artigos sobre as experiências junto ao grupo de pesquisa.

- Lourdes Manresa Camargos. Geovisualização e seu potencial na inclusão da infraestrutura azul no planejamento territorial: estudos de caso em escalas regional e local no Quadrilátero Ferrífero/MG. Defesa 2020. Dissertação (Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais.

A aluna foi responsável pelos estudos relacionados à infraestrutura azul, recursos hídricos e *best practices* na temática na pesquisa. Elaborou os modelos de representação, processo e avaliação sobre o tema para os workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero sobre a temática “hidro”. Participou ativamente dos workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero, em especial nos estudos de

Geodesign Quadrilátero Ferrífero eixo Ambiental. Publicou artigos sobre as experiências junto ao grupo de pesquisa.

- Vanessa Tenuta de Freitas. Geodesign: uma alternativa para criação de propostas coletivas para assentamentos precários em Belo Horizonte. Defesa em 2020. Dissertação (Arquitetura - NPGAU) - Universidade Federal de Minas Gerais.

A aluna realizou estudos sobre o uso de Geodesign junto a comunidades socialmente fragilizadas. Investiga adaptações do método e como enfrentar os desafios quando se trabalha com diferentes grupos e condições dos participantes. Participou ativamente dos workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero, em especial nos estudos de Geodesign Quadrilátero Ferrífero eixo Social. Publicou artigos sobre as experiências junto ao grupo de pesquisa. Infelizmente, não citou o projeto no seu texto final de mestrado, de modo que não poderemos computar a sua dissertação em nossos índices. Aparece um muitas de nossas publicações.

- Fabiana Carmo de Vargas Viera. Geodesign no Planejamento de Cidades Inteligentes e no atendimento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Papel no projeto: aluna de mestrado que se incorporou ao Laboratório a partir do desenvolvimento de sua dissertação, cuja defesa está prevista para março de 2023. Atua no tema de Geodesign e estuda especificamente a associação com os ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Em desenvolvimento. Defesa prevista para março de 2023.

- Flávia Las-Cazas de Brito. Potencial do geodesign para criação ou ampliação de Unidades de Conservação de Proteção Integral no Bioma Mata Atlântica em Minas Gerais. Papel no projeto: aluna de mestrado que se incorporou ao Laboratório a partir do desenvolvimento de sua dissertação, cuja defesa está prevista para março de 2024. Atua no tema de Geodesign e estuda especificamente a aplicação do método na proposição de Unidades de Conservação de Proteção Integral, inclusive em áreas do Quadrilátero Ferrífero. Em desenvolvimento. Defesa prevista para março de 2024.

O.2. EVENTOS (CONGRESSOS) na temática da pesquisa:

o.2.1 Na forma de organização:

Evento Internacional: “GEODESIGN SOUTH AMERICA 2017 - Strategic Planning for Alternative Futures”, no papel de coordenadora.

Apoio: Fapemig processo OET-00919-17 (SEI: 2070.01.0000812/2019-08), IEAT (Programa de Cátedras de Visitantes) e CNPq (Projeto 401066/2016-9)
Professores internacionais convidados com os apoios recebidos: Carl Steinitz (Harvard University), Michael Flaxman (Geodesign Technologies, San Francisco – USA), Alenka Poplin (Iowa State University – USA), Rosanna Rivero (University of Georgia – USA), Damian Perez (Universidad de Buenos Aires – Argentina). Professores brasileiros convidados com os apoios recebidos: Francisco de Oliveira (UDESC), Paulo Pelegrino (USP).
Período: 11/12/2017 – 14/12/2017. Local: Escola de Arquitetura da UFMG.

Evento Internacional: “GEODESIGN SOUTH AMERICA 2019 – Risk Management, Urban Growth and Environment Protection”, no papel de sub-coordenadora, juntamente com o Prof. Nilzo Ivo Ladwig. Coordenador: Prof. Francisco Henrique de Oliveira.

Apoio: CNPq (Projeto 401066/2016-9), Fapesc, Governo do Estado de Santa Catarina, Defesa Civil de Santa Catarina, UDESC.
Professores internacionais convidados com os apoios recebidos: Carl Steinitz (Harvard University), Brian Orland (Georgia State University – USA), Alenka Poplin (Iowa State University – USA), Michele Campagna (Università di Cagliari, Itália). Professores brasileiros convidados com os apoios recebidos: Danilo Marques de Magalhães (UNI-BH), Ítalo de Sousa Sena (UFSJ).
Período: 11/12/2019 – 13/12/2019. Local: Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.

o.2.2 Na forma de membro da organização:

Evento Internacional: "GEODESIGN SOUTH AMERICA 2019 - Risk Management, Urban Growth and Environment Protection", no papel de membro da Comissão. Evento realizado em Florianópolis, pela Universidade do Estado de Santa Catarina.

Evento Internacional: "GEODESIGN SOUTH AMERICA 2021 - co-creation by geocollaboration", no papel de membro da Comissão. Evento realizado em Palmas, pela Universidade Federal de Tocantins.

o.2.3. Na forma de apresentação de trabalho publicado:

60th Association of Collegiate Schools of Planning (ACSP) Annual Conference, Toronto, Canada, 5-8 November 2020. Trabalho aceito para apresentação: HADDAD, Mônica A.; MOURA, Ana Clara M; COOK, Vivian; LIMA, Tiago L. The Social Dimensions of the Iron Quadrangle Region: A Geodesign Experience.

P. CONTRIBUIÇÃO À DISCUSSÃO SOBRE O ESTADO-DA-ARTE

P.1. REVISÃO E ABORDAGEM DE CONCEITOS NA TEMÁTICA DA PESQUISA:

O significativo avanço das tecnologias de geoinformação, em processos de captura, representação e construção de análises espaciais favorecidas pelo geoprocessamento, significou mudanças no modo de lidar com o dado e de produzir informação, mas ainda faltava dar passos mais significativos na transformação da informação em ganho de conhecimento. Não era suficiente apenas saber como as questões territoriais funcionavam, mas era necessário ir além e entender as causas e as variáveis a elas relacionadas. Faltava, sobretudo, usar o potencial das ferramentas e das informações para realmente transformar a vida das pessoas.

Em 1996 Moura escrevia "novos rumos, velhas metodologias: questionamento do aproveitamento real das potencialidades dos Sistemas Informativos Geográficos", demonstrando que havia evolução tecnológica nos estudos territoriais, mas não havia evolução no modo de utilização das técnicas. Era preciso investir em métodos. Crítico eloquente dos amplos investimentos feitos em produção de dados versus o diminuto interesse na proposição de lógicas de utilização do dado, Xavier-da-Silva deu uma entrevista em entrevista à revista do CREA-RJ em 2009 alertando para o fato do usuário de geoprocessamento valorizar excessivamente as tarefas técnicas e colocar em plano menos acessível o dispêndio do tempo na reflexão e consequente criação de novos conceitos e métodos, o que cria uma enorme massa de pesquisadores que seguem acriticamente procedimentos propalados como as únicas normas aceitáveis. E o autor questiona: "a quem interessa a existência deste enorme rebanho de seres amestrados que, pelo contrário, deveriam se constituir na massa pensante quanto ao uso racional e pragmático de recursos computacionais na pesquisa ambiental?" (XAVIER-DA-SILVA, 2009).

Além da questão do baixo investimento em processos, a partir de meados dos anos 90 começam a surgir críticas sobre a falta de envolvimento dos cidadãos nos Sistemas de Informações Geográficas, vistos apenas como ferramentas técnicas que não eram ainda capazes de serem instrumentos interativos entre cidadãos, no envolvimento de interlocutores da sociedade. Esse movimento com a intenção de envolver o cidadão em diferentes etapas dos SIGs, da produção do dado ao seu consumo, foi denominado "Critical GIS" (ELWOOD, 2006).

Outros termos que surgiram no mesmo sentido foram "Participatory GIS", "Collaborative GIS", "Community Integrated GIS" cujo objetivo foi promover a participação pública em políticas territoriais usando plataformas contendo informações geográficas, e alguns deles para coletar e disponibilizar informações criadas colaborativamente pelos cidadãos. Em muitas das propostas os pesquisadores continuaram a ter como base a organização de coleção de dados e distribuição de informações, apenas ampliando para a coleta baseada em participação cidadã, dentro do princípio de Goodchild como "citizens as sensors" (cidadãos como sensores), mas alguns já começaram a entender as ferramentas como potenciais para uso pelos cidadãos em processos de planejamento. (SIEBER, 2006; BALRAM e DRAGICEVIC, 2006; ELMES et al., 2004).

Balram e Dragicevic (2006) apresentam quadro descritivo da evolução de princípios que mais cedo ou mais tarde serão incorporados na utilização das tecnologias de geoinformação, mais especificamente os SIGs, de 1958 a 2006 e demonstram que e como os interesses se iniciam. Segundo os autores, em 1958 Toulmin tinha expectativas de que o sistema seria útil para ampliar as suas condições de argumentação, ao promover a defesa de conclusões baseada em fatos, o que nos faz entender que a sua expectativa era a ampliação da representação. Em 1960 Harris seria os percursores do PSS (Planning Support System) por esperar do sistema ferramentas para elaboração de croquis (sketch), modelagem e planejamento. Em 1960 Linstone e Turoff propõem o método Delphi, como suporte à tomada de decisões a partir de maximização de consensos (Linstone e Turoff, 1975). Em 1963 Tomlinson propõem os Sistemas de Informações Geográficas como uma coleção de ferramentas e abordagens de computador para produzir, gerenciar e transformar dados referenciados espacialmente para e decisões (Tomlinson, 1967). Em 1966 Gould apresenta a abordagem dos "Mental Maps" (mapas mentais) com o interesse na forma como a consciência humana armazena informações espaciais. Em 1969 McHarg escreve "Design with nature", explorando os princípios de sobreposição de camadas e construção de sínteses integrativas sobre potencialidades e vulnerabilidades do território. Também em 1969 Arnstein escreve sobre "Ladder of citizen participation", a escada da participação, fazendo críticas sobre até que ponto o envolvimento do cidadão em processos de planejamento de fato resulta em real participação. Em 1971 Gorry e Morton apresentam a "Decision matrix framework", que é o emprego de uma matriz para estruturar processos decisionais, considerada a precursora dos "Decision Support Systems" (DSS).

Em 1982 a questão do melhor envolvimento dos usuários com o sistema começa a ser de maior interesse, o que retratado no trabalho de Badre e Shneiderman sobre "Human computer interaction". Em 1985 DeSanctis e Gallupe apresentam o princípio de "Group decision support systems", e Bannon e Schmidt escrevem sobre "Computer supported cooperative work", e então já vemos as ferramentas como suporte à tomada de decisões. Também em 1985 surge o interesse pelos "Hypermaps", associados ao referencialmente de documentos e produtos cartográficos na rede de internet (Laurini e Milleret-Raffort, 1990). Em 1989 Jankowski e em 1996 Malczewski trabalham o tema da "Multicriteria spatial analysis", como estrutura de tomada de decisão de um grupo sobre questões espaciais. Em 1992 Goodchild publica sobre "Geographic information Science" como a ciência que lida com tecnologias de informações geográficas na elaboração de projetos e do estudo de seus impactos sobre os indivíduos e sobre a sociedade. Em 1992 Healey defende o momento da comunicação no planejamento, propondo princípios para a construção de acordos e enfrentamento de conflitos. No

ano seguinte, em 1993, Fischer e Forester trazem o princípio da argumentação para o planejamento, então a fala cidadã ganha destaque. Em 1993 Aberley propõe o "Bioregional mapping" para o qual os mapeamentos técnicos seriam somados a mapeamentos de tradições locais, incorporando a visão cidadã.

Em 1994 o Palo Alto Research Center publicou sobre "Web Geographic Information System" e defende que o acesso aos sistemas de informação geográfica aconteça através da rede. Em 1995, a partir do trabalho de Faust, é o ano da realidade virtual e dos interesses em visualização e geovisualização integrados ao SIG, propostos para ampliar o poder de compreensão sobre o território, com ampla exploração das simulações de cenários como suporte a decisões. Finalmente, em 1996, a questão do envolvimento cidadão no planejamento e do uso das ferramentas de tecnologia de geoinformação que deem suporte ao processo estão defendidas no trabalho de Forester sobre "The deliberative turn in planning". Para Forester trata-se de uma abordagem em que os participantes, a partir de reflexão fundamentada, deliberam e realizam tomadas de decisão, em processo no qual a reflexão individual sobre questões pode levar a uma mudança de perspectiva. Em 1997 Nyerges e Jankowski publicam sobre "Collaborative spatial decision making", definindo de fato o interesse no tema de uso de um arcabouço (framework) no qual as pessoas interagem com o uso de ferramentas SIG e realizam a tomada de decisões.

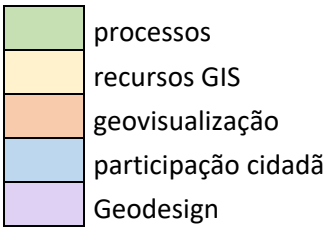
Em 1997 Rocha publicou sobre "Ladder of empowerment", traçando um paralelo com o trabalho de Arnstein mas apresentando o princípio de como se realiza o empoderamento em uma comunidade. Em 2001 o tema é a geovisualização, apresentado por MacEachren e Kraak, dentro do princípio de ampliar a visualização da informação geográfica, mas sobretudo sobre os grandes volumes de dados. Em 2002 Gimblett defende o "Agent interactions", o que significa um paradigma no qual as entidades humanas são representadas como agentes no ambiente do computador e possíveis cenários são explorados colaborativamente através de simulações. Em 2003 MacEachren, Brewer, Cai e Chen escrevem sobre a "Geocollaboration", defendendo uma abordagem visual na colaboração usando tecnologias geoespaciais em processos de grupo (Tabela 1).

Tabela 1 – Síntese da evolução das motivações e recursos no emprego de tecnologias de geoinformação para o planejamento territorial. Elaborado a partir de Balram e Dragicevic (2006):

Época	Motivações/Funções	Recursos
1958	Ampliação da argumentação	Representação
1960	Inserção de croquis e modelagem	Precursores do PSS (Planning Support System)
1960	Maximização de consensos	Delphi
1963	Produzir, gerenciar e transformar dados	GIS (Geographic Information Systems)
1966	Interesse em processos e estruturação do pensamento	Mapas mentais
1969	Julgamento de potencialidades e vulnerabilidades	Overlay de camadas de variáveis
1969	Interesse em ampliação da participação	Definição de atores, tarefas, etapas
1971	Interesse em processos decisionais	Decision Matrix, precursores do DSS (Decision Support Systems)
1982	Interesse na interface homem/máquina	Visualização e interface
1985	Processos de decisão compartilhada	Suporte a decisões por frameworks
1985	Mapas baseado na rede mundial de computadores	Hypermaps

1989	Combinação de variáveis	Análise de Multicritérios
1992	Ampliação do GIS como estrutura de pensamento	Geographic Information Science
1992	Suporte a decisão	Comunicação em planejamento
1993	Argumentação	Participação cidadã
1993	Da representação técnica para a tradição local	Incorporação da visão cidadã
1994	A informação geográfica na web	Web Geographic Information Systems
1994	Realidade virtual e cenários	Visualização e geovisualização
1996	Deliberação dos participantes	Participação cidadã
1997	Participação cidadã	Collaborative Spatial Decision Making
1997	Empoderamento cidadão	Ladder of empowerment
2001	Ampliação da visualização do dado geográfico	Geovisualização
2002	Cenários e simulações	Agent interactions
2003	Tecnologias geoespaciais para processos em grupos	Geocollaboration
2008	Surge o termo Geodesign	Geovisualização, Geocolaboração, Participação cidadã, Plataforma web-based para consumo e produção da informação.

Legenda das cores:



A tabela foi elaborada uma síntese a partir da relação de autores inicialmente proposta por Balram e Dragicevic (2006), mas separando os momentos pelo destaque das abordagens, sem prejuízo da compreensão de que mais de um valor ou ideia tenham sidos trabalhados em um mesmo momento. Incluímos uma última linha contendo o Geodesign, o que não havia sido abordado pelos autores citados, uma vez que a publicação é de 2006 e o termo Geodesign é utilizado, pela primeira vez, em 2008. O objetivo da estruturação da tabela é demostrar que alguns valores e princípios já vinham sendo edificados desde o surgimento das tecnologias de geoinformação. Nesse sentido, registramos a nossa compreensão de que o Geodesign é uma síntese de valores contemporâneos que vinham sendo propostos por muitos autores, e que suas motivações e recursos são geocolaboração e cocriação de ideias para o território.

Assim, segundo a linha histórica estruturada por Balram e Dragicevic (2006), o que se observa é uma ampliação das possibilidades dos SIG a partir do momento que se inicia a crítica sobre a real exploração de seu potencial e sobre a real necessidade da sociedade. Compreende-se a importância dos olhares e valores cidadãos, na ampla distribuição da informação, da plataforma como um mecanismo de geovisualização da informação, o potencial simulador e representativo de cenários futuros, e a necessidade de ampla participação e envolvimento permitidos pela distribuição na rede mundial de computadores, nas tecnologias de geoinformação como apoio à construção de opiniões e na tomada de decisões. Tudo foi caminhando para estas condições e necessidades. Métodos sendo propostos para que a técnica pudesse ser devidamente explorada, grande destaque para métodos e modo de uso dos recursos.

Balram e Dragicevic (op. cit.) realizaram a mencionada publicação em 2006. Mas se ela fosse mais recente, certamente eles ampliaram as discussões sobre PSS – Planning Support System, e sobre uma de suas vertentes geográficas, o Geodesign, que é um exemplo de PSS geográfico para suporte a processos de cocriação de ideias para o território, com definição de atores, atividades e objetivos do planejamento. E assim seria citado o trabalho de Steinitz (2012) sobre o Geodesign.

Cabe lembrar também que em 1990 Peuquet e Marble escreveram que as tecnologias de geoinformação passaram pelas etapas de "process-oriented approach", "application approach" e "toolbox approach". Após aquela época outros autores escreveram sobre a "visualization approach" defendendo o poder de comunicação e diálogo dos sistemas (MacEachren et al., 2004; Kingston, 2007; Abukhater and Walker, 2010; Andrienko et al., 2011; Pensa et al., 2013; Manovich, 2004; Ferreti et al, 2014; Ferreti et al, 2015) e Moura (1996, 2015) há duas décadas defende que associado à visualização devem vir investimentos em arcabouços metodológicos.

O cuidado em propor arcabouços metodológicos, os ditos "frameworks", tem o objetivo de favorecer a participação de diferentes atores da sociedade, de modo que a plataforma é uma base para a interoperabilidade entre aplicativos (tecnológica) e para interoperabilidade entre pessoas (decodificadora de processos de comunicação e interação em cidadãos) (MOURA, 2017, 2019).

Entre os arcabouços mais conhecidos está o de Steinitz (2012) publicado em "A framework for Geodesign", no qual o autor propõe o desenvolvimento do processo de criação coletiva de ideias e negociação com base no uso da informação geográfica. O autor estabeleceu seis etapas a serem seguidas, denominadas modelos, quais sejam: modelo de representação, modelo de processo, modelo de avaliação, modelo de impacto, modelo de mudança e modelo de decisão. É indicado percorrer os modelos três vezes, em três iterações, para se ajustar necessidades a partir de feedbacks recebidos durante o trabalho.

Segundo Miller (2012) o termo "Geodesign" foi sugerido em reunião por volta de 2005, quando Jack Dangermond (presidente da ESRI) estava demonstrando aplicativos que permitiam o uso de SIGs juntamente com ferramentas de elaboração de croquis (sketching), e um participante da reunião disse "See, Jack, now you can design in geographic space", ao que Jack respondeu: "Geodesign!" Mas segundo Steinitz (2012) é também reconhecido que a primeira vez que se escreveu o termo foi no trabalho de Kunzmann de 1993, que em seu artigo "Geodesign: Chance oder Gefahr?" usou o termo para se referir a cenários espaciais e discutir oportunidades e ameaças, visando a proposição de um padrão de urbanização para as megalópoles europeias (região da "European Banana" ou "Blue Banana").

Segundo Moura (2019) os princípios de Geodesign são defendidos por Steinitz (2012), Miller (2012), Dangermond (2009), Flaxman (2010a, 2010b) e Ervin (2011), entre outros. Segundo Miller (2012), o Geodesign é uma metodologia que se destina a dar suporte à criação de opiniões e à tomada de decisões por processo compartilhado. Steinitz (2012; 2017) explica que é planejar para e com o território, em processo participativo. Segundo Flaxman (2010b), Geodesign é um método de planejamento que une a criação de propostas de projeto com simulações de impacto informadas por contextos geográficos.

Dangermond (2009) defende que o modo como Geodesign é aplicado favorece que planejadores considerem plenamente as condições geográficas do território, o que resulta em projetos que simulam as melhores características e funções dos sistemas naturais, beneficiando tanto os seres humanos quanto a natureza por meio de uma coexistência mais pacífica e sinérgica. Ervin (2011) defende que o Geodesign aprimora as atividades tradicionais de planejamento e design ambiental com o poder das

modernas tecnologias de computação, comunicação e colaboração, fornecendo simulações sob demanda e análises de impacto para fornecer uma integração mais eficaz e responsável do conhecimento científico e valores sociais no design de futuros alternativos.

Dangermond em uma palestra na conferência anual da TED -Technology, Entertainment and Design de 2010 defende que desenhar com ambiente ("designing with nature") ou Geodesign, é o novo passo evolutivo de planejamento e tecnologias de geoinformação. Contudo, ele mesmo reconhece que o Geodesign é ao mesmo tempo uma ideia antiga e nova. O que vemos, ao seguirmos a linha evolutiva de valores e expectativas em planejamento e tecnologias é exatamente isto: o Geodesign não começou há pouco tempo, mas seus conceitos e ideias já estão sendo elaborados no pensamento coletivo daqueles que atuam na área.

Ao se propor um framework, um cuidado espacial é evitar o labirinto de aplicativos e possibilidades, colocando o foco em Sistemas de Suporte ao Planejamento (PSS – Planning Support Systems). Segundo Campagna (2016) os PSS são inicialmente propostos nos anos 90 caracterizados por uma componente analítico-modelístico que fornece os instrumentos para a elaboração de informações que são utilizadas para enfrentar problemas complexos nas ações de planejamento. O autor explica que nos PSS é necessário dar atenção à estruturação, à memorização, à elaboração das informações nos sistemas em função dos processos de planejamento (processos decisionais, desenvolvimento de políticas, informação pública, transferência de conhecimento).

Campagna (2014) destaca como significativa contribuição do uso dos PSS o metaplanning, que é o planejamento do planejamento, que faz com que o pensamento sobre o processo seja realizado, claramente visualizado e mais bem adotado pelos atores envolvidos. Para se implementar um PSS é necessário fazer o planejamento do roteiro a seguir, o metaplanejamento. São valores a serem observados no processo de PSS: acessibilidade, portabilidade, acurácia, consistência e usabilidade, ou seja: valores que favoreçam a leitura dos condicionantes, a participação clara dos atores e reconhecimento de seus papeis, o favorecimento de interfaces entre participantes e mecanismos para se cumprir objetivos esperados.

Contudo, Campagna et al. (2018) também destacam a evolução até o que é denominado PSS 2.0, com incremento do suporte geográfico e acesso a dados web-based. Segundo os autores a partir do PSS 2.0, e sobretudo quando ele é web-based e não apenas desktop, o aplicativo geralmente dá acesso a uma variedade de ferramentas geográficas por meio de uma interface amigável, a fim de apoiar a representação e o gerenciamento de dados espaciais (por exemplo, ferramentas de visualização), suas análises, o desenho de alternativas do plano e a avaliação de seus impactos no meio ambiente. Eles possibilitam a comparação de cenários alternativos para melhorar a colaboração entre especialistas de diferentes disciplinas e favorecer a negociação entre as partes interessadas, com vistas a construir consenso sobre soluções de design de acordo com o complexo sistema de metas de planejamento. Além disso, muitos PSS também oferecem ferramentas para elaboração de relatórios, assim o compartilhamento transparente de informações sobre o processo e seus resultados. Nesse sentido, os aplicativos de PSS podem ser usados com ferramental para o desenvolvimento de um roteiro baseado no framework do Geodesign.

Diante do exposto é correto entender que o Geodesign, através de um roteiro metodológico estruturado a partir de um framework, pode ser desenvolvido em um PSS geográfico, ou seja, no qual a componente espacial é uma característica principal (ZYNGIER, 2016). Para o Geodesign, assim como para o PSS, o roteiro metodológico com os objetivos e as formas de participação devem estar claros e estabelecidos em um framework, o que se obtém na definição de um metaplanejamento.

O que é consenso em todos que escrevem sobre o Geodesign é o fator de ser uma nova forma de consumir a informação geográfica que favorece uma mudança na forma de planejar o território, significando mudanças no emprego da informação geográfica. Moura e Campagna (2018) denominam o processo de "codesign" pois, segundo os autores é codesign por se elaborar coletivamente um projeto e pela importância do uso de uma plataforma capaz de apresentar um entendimento compreensível e uma interface comunicativa para todos os envolvidos. Segundo os autores:

> "Digital tools for design process, nowadays extensively popular, opened enormous operational possibilities, not only for technical practices, but also to collaborative and participatory design. Through these technological innovations, from urban planning and environmental design applications to the practice of architecture, exploration of alternative solutions is potentially faster being also potentially effective and easier understand and assess processes. In order to create more effective design workflows at different scales, this capability requires the definition and the implementation of interoperability (not limited to setting formats!) that optimizes the integration of information among the various project sectors." (MOURA e CAMPAGNA, 2018)

P.2. BASES CONCEITUAIS E PRINCÍPIOS SOBRE PREPARAR DADOS E INFORMAÇÕES PARA UM TRABALHO EM GEODESIGN – ORIENTANDO LEITORES QUE QUEIRAM SE AVENTURAR, SOBRE COMO COMEÇAR:

O uso das tecnologias de geoinformação abriram muitas possibilidades como suporte aos estudos de análise espacial, favorecendo processos de construção de dados, transformação de dados em informação e contribuição à sociedade na formação de conhecimento. Contudo, não basta aplicar ferramentas e ser guiado pelos softwares: é fundamental fazer escolhas conscientes sobre o que usar, quando usar, por que usar. Nesse sentido, este texto percorre todos os passos de reflexões conceituais e processuais que um usuário deve seguir para realizar um estudo que vá da escolha do recorte territorial até o processo de cocriação de futuros alternativos para a paisagem, através do Geodesign.

O expressivo desenvolvimento e difusão das tecnologias de geoinformação tornaram acessíveis ferramentas que respondem a modelos de representação, análise, simulação e proposição de ocorrências e condições territoriais, disponíveis aos usuários que precisam trabalhar com a investigação especial. Na verdade, as ferramentas são facilitadoras de processos matemáticos que foram anteriormente pensados como modelos, quando eram executados a muito custo e de modo analógico, mas que hoje são significativamente facilitados pela informática, favorecendo uma das possibilidades mais interessantes na análise espacial: o estudo exploratório. Isto porque é possível realizar muitas simulações e verificar, *vis-a-vis* com a realidade existente e com os objetivos de investigação, os possíveis resultados.

Contudo, para se usar adequadamente este grande campo de possibilidades, é necessário atuar de modo consciente e sabendo quais modelos estão por trás de cada ferramenta. Nos preocupa a atuação de usuários que se limitam a escolher uma ferramenta digital apenas porque ela é a disponível, sem investigar se a lógica que a sustenta é adequada para o seu motivo de investigação. Por outro lado, um usuário que domina os passos e as álgebras de cada processo pode ampliar muito a sua forma de atuação, criando, testando e calibrando modelos que respondam por um fenômeno ou processo espacial.

O objetivo do presente texto é discutir os momentos cruciais de decisões em uma análise espacial, usando como exemplo um dos métodos mais clássicos que é o de análise de multicritérios. Extremamente empregada entre usuários de geoprocessamento, mas na maioria dos casos na forma de caixa-preta, em que o usuário não sabe explicar os resultados ou defender suas escolhas. Pode-se dizer que o usuário atua sem critérios defensáveis e reproduzíveis, ou seja: não sustenta suas decisões e caso outro pesquisador repita os passos que foram executados, corre-se o risco de se obter resposta bem diferente.

Em situações em que as tomadas de decisão incidem sobre a vida de muitos, ou em que se espera que o planejador seja um decodificador da vontade coletiva, a clareza de processos é ainda mais importante. Cada escolha leva a resultados diferentes, e é preciso realizar escolhas justificáveis. É ainda necessário considerar a modelagem dinâmica que não resulta em apenas uma resposta, mas que pode ser ajustada dinamicamente a partir de opiniões e se obter, em tempo real, novas respostas, para que se decida pela composição que melhor represente o olhar coletivo. Sabendo, claramente, que valores de época e culturais mudam respostas. O pesquisador que mapeia o território precisa estar atento a comportamentos, que quando repetidos conformam uma tendência, a partir da qual podemos extrair os valores principais, que por sua vez conformam uma cultura. (Fig. 11).

Fig. 11 – O pesquisador que mapeia o território precisa estar atento aos contextos de trabalho

É necessário lembrar que quem trabalha com geoprocessamento aplica modelos, e que modelos são simplificações da realidade (MOURA, 2003). As simplificações exigem recortes espaciais, temporais, conceituais e metodológicos. Os recortes espaciais exigem cuidados na delimitação da área de estudo em função dos riscos de efeito de bordas: os recortes devem ser pensados a partir de unidades de paisagem e das justificativas de estudo. A exemplo: sabe-se que o território definido como "Quadrilátero Ferrífero" em Minas Gerais se explica a partir do corpo ferrífero, mapeado inicialmente por Dorr em 1969, que assim o chama pela forma quadrangular delimitada pelas serras, de norte a sul e de oeste para leste: Serra Azul, Rola Moça, Curral e Piedade (flanco norte); Moeda (flanco oeste); Ouro Branco e Outro Preto (flanco sul); Caraça e Gandarela (flanco leste) (Dorr, 1969; Rosière e Chemale Junior, 2013; Casagrande, 2018). Contudo, se o objetivo do trabalho for o de dar suporte a ações administrativas nos municípios, o recorte espacial precisa considerar esta delimitação territorial. (Fig. 12).

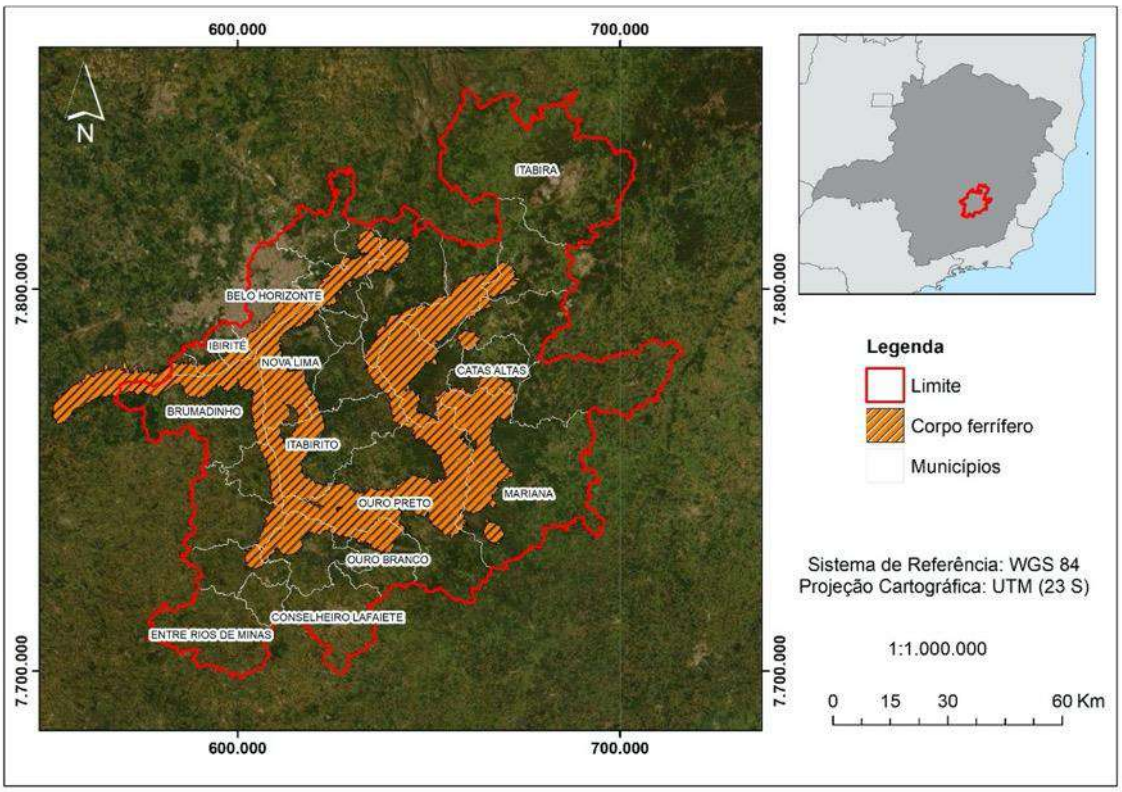


Fig. 12 – Exemplo em que o recorte territorial foi ajustado para atender aos objetivos de investigação: seleção de limites municipais administrativos daqueles que estão mais envolvidos com a atividade de mineração ou seus desdobramentos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG, 2019.

Além disto, cabe verificar a possibilidade de erros de borda nos modelos. Ao se fazer o recorte é preciso avaliar se áreas de fronteiras não serão prejudicadas em processos de interpolação de dados, ou mesmo pela presença de usos diferenciados logo após suas linhas de divisa. No caso de interpolação de dados é necessário utilizar amostras que estejam além das fronteiras. O problema mais clássico de erro de recorte espacial é quando há um elemento geográfico como fronteira e ele é reduzido em área,

como é o caso de um rio ou uma linha de cumeada. Nesse caso, cabe a inclusão do elemento geográfico por inteiro na área de estudo.

O recorte temporal está relacionado ao cenário que se deseja estudar. O mais comum é estarmos sujeitos à disponibilidade do dado para decidirmos sobre a escala temporal. Os mapeamentos de uso do solo atualmente são muito facilitados pela rica disponibilidade de imagens de satélite e pela possibilidade de se escolher a estação e o ano de representação. Mas é fácil compreender que a escolha do período chuvoso ou seco no mapeamento da cobertura vegetal precisa ser norteado pelos motivos de investigação: caracterizar as condições da vegetação em sua melhor ou em sua pior fase? Por outro lado, dados censitários sobre informações socioeconômicas e demográficas são os mais frágeis quanto ao recorte temporal, posto que no Brasil o censo mais detalhado acontece a cada dez anos. A questão se torna bastante complexa quando há dados de diferentes referências temporais para serem integrados. Os anos de 2019 e 2020 serão particularmente problemáticos para isto, pois estaremos usando dados censitários de quase dez anos atrás para serem eventualmente combinados com outros dados mais atuais.

Tanto no recorte espacial como no recorte temporal é fundamental o acesso aos metadados dos dados escolhidos. Os metadados são os "dados sobre os dados", indicando a origem do dado, a escala original do dado, o ano de coleta e de elaboração, o autor e o método empregado para se trabalhar os dados, entre outras informações. Em tempos de uso de dados digitais isto é muito sério, pois o fato deles estarem disponíveis em uma plataforma não significa que eles estejam atualizados ou mesmo que a coleta tenha sido realizada em escala adequada para o uso que se pretende (MOURA, 2005).

No que se refere ao recorte conceitual, a questão se torna ainda mais complexa, pois a justificativa é cultural. O modo como compreendemos o mundo está relacionado ao modo como aprendemos a identificar seus valores, tanto por convívio cidadão como pela escolha dos autores que são nossas referências. O Brasil tem passado por um reducionismo na leitura da realidade, e é assustador ver alunos e pesquisadores que já chegam com a resposta pronta e usam os dados apenas para "comprovar" suas ideias, guiadas por escolhas ideológicas. O olhar sobre a realidade muda também por viés profissional, pois a interpretação que um economista faz de um território e sua composição é diferente, por exemplo, do olhar de um ambientalista. E os olhares e valores mudam com o tempo. Então a melhor forma de se fazer o recorte conceitual é apresentar claramente a base norteadora e motivadora da investigação. E a melhor forma de se considerar este recorte quando se trabalha em um estudo de interesse da sociedade é considerar os diferentes olhares como se fossem diferentes cenários.

Como exemplo, podemos citar estudo que conduzimos no qual o objetivo era apresentar um ranking de áreas prioritárias para recebimento de intervenções de requalificação entre as 286 vilas e favelas de Belo Horizonte (MOURA et. al., 2009). Desenvolvemos um processo que apresentava uma lista de prioridades de intervenção caso os interesses de fragilidade de infraestrutura fossem os mais importantes, outra lista caso os interesses de risco geotécnico fossem os mais importantes, outra lista caso os interesses de impacto ambiental fossem os mais importantes e outra lista caso os interesses de fragilidade socioeconômica fossem os mais importantes. Quatro cenários, mais um cenário integrado no qual a hierarquia era justificada pela presença do conjunto de fatores. A nossa decisão por apresentar diferentes cenários se justificou por favorecer que o poder público pudesse fazer suas escolhas em função de uma plataforma ou acordo político previamente traçados.

Finalmente, cabe abordar o recorte metodológico, que será o foco principal do presente trabalho. A partir da definição da área de estudo, da projeção temporal que se espera para as análises, do recorte territorial de análise e do posicionamento do orquestrador do estudo sobre seus valores e expectativas, são coletados e trabalhados os dados, que devem se transformar em informação, para

finalmente resultarem em conhecimento. Só que os caminhos a serem percorridos são muitos, e há diferentes possibilidades. Por todo o percurso o pesquisador precisa fazer escolhas metodológicas, que devem ser defensáveis e reproduzíveis. Há muitas formas de se fazer a mesma coisa, há diferentes modelos e ferramentas disponíveis. Mas as escolhas precisam ser conscientes e justificadas. O simples fato de ter a disponibilidade uma ferramenta em um software, para se aplicar um método, não justifica sua escolha. É preciso traçar um fio condutor metodológico que faça sentido para os objetivos definidos e para os vários recortes realizados.

Diante do exposto, é objetivo do artigo percorrer criticamente várias fases de produção de dados, transformação em informação e favorecimento de construção de conhecimento em uma análise territorial, apresentando possibilidades de escolhas e justificativas associadas a cada passo. As discussões vão desde a escolha da área e da identificação de suas características principais, até o suporte à criação coletiva de ideias para uma área, em processos de planejamento territorial através do Geodesign.

p.2.1. Os passos básicos em análise espacial

Inicialmente o pesquisador precisa ter clareza dos objetivos de investigação, do recorte espacial e suas características, das condições de borda desse recorte, sobre as dinâmicas territoriais que ali acontecem, sobre eventuais ocorrências espaciais. São as perguntas: “o que?”, “por que?”, “onde”, “em qual tempo?” e finalmente vem a pergunta “como”. Geralmente apresentamos o seguinte esquema, muito útil para orientação das decisões iniciais (MOURA, 2003):

1. Clara definição de objetivos
2. Escolha de variáveis que respondem pelas características da área segundo suas especificidades, potencialidades e vulnerabilidades
3. Aplicação de modelos de transformação dos dados em comportamento das variáveis no território
4. Escolha dos modelos de integração de variáveis
5. Comparação de resultados com a realidade observada
6. Calibração – ajustes e alterações nas etapas anteriores
7. Validação de resultados
8. Elaboração de propostas de planejamento e gestão

Este esquema, que usamos há mais de 15 anos, ainda é bastante válido. Só que as possiblidades das tecnologias de geoinformação e ampliação da consciência sobre processos participativos e escuta cidadã têm aberto etapas dentro das etapas, para que sejam promovidas formas de avaliar questões qualitativas e culturais, de modo que os estudos possam ser representativos de diferentes olhares da sociedade.

Os objetivos, por exemplo, podem ser muitos em paralelo ou em conexões, quando se pretende incluir as opiniões técnicas, as opiniões administrativas e as opiniões cidadãs. A partir de cada objetivo as variáveis e suas hierarquias serão definidas. Da mesma forma, serão apresentadas diferentes formas e respectivos modelos de integração de variáveis. A verificação frente à realidade também responde a olhares diferentes.

Para ilustração das explicações iremos apresentar um ou mais estudos de caso, para favorecer os raciocínios, sem prejuízo de ampliação dos exemplos para outras realidades e condições.

- Clara definição dos objetivos

Muitas vezes se começa um estudo sem se ter a devida clareza do que se quer alcançar. A discussão dos objetivos de investigação exige revisão bibliográfica de conceitos e clareamento do que se espera, de fato, da análise espacial. Cabe ilustrar com um estudo de caso que desenvolvemos no qual a ideia era conduzir estudo exploratório de caracterização da qualidade ambiental urbana de uma região de Belo Horizonte, a Pampulha, investigando o ponto de vista do usuário que se desloca na paisagem e se sente acolhido, confortável, beneficiado por visão agradável, com boas condições de usufruir do território, com vontade de aproveitar a experiência urbana. Começamos por nos perguntar: eu escolho os lugares por onde passo na cidade, tanto a pé como de carro, em função da agradabilidade de cada porção do território? Seria possível identificar as componentes principais que tornam um espaço urbano qualificado?

Realizamos revisão bibliográfica e encontramos muitas definições e, talvez prematuramente, definimos que nosso objetivo seria pelo princípio de "*walkability*" (caminhabilidade), hoje muito em estudo no mundo. Há eixos temáticos em congressos e encontros específicos sobre a temática, movimentando o mundo dos usuários de geoprocessamento acerca da investigação. Chegamos a escrever um primeiro artigo no qual a spalavras *walkability* e *mobility* foram palavras-chave (SANTOS e MOURA, 2019). Desenvolvemos todo um estudo para, na etapa de calibração de resultados, nos perguntarmos sobre o estranhamento das respostas, que indicavam como interessantes áreas onde não teríamos vontade de caminhar, e como não-interessantes áreas para as quais esperávamos bons resultados.

Foi apenas na comparação de resultados com a realidade para fins de calibração que nos demos conta de que o recorte conceitual estava equivocado, o que indicava a falta de clareza na definição de objetivos. O nosso termo não era "*walkability*", mas sim algo relacionado a "*urbanity*", "*liveability*", "*accessibility capital*" que poderiam estar associadas a valores de "*urban vitality*", "*diversity*", "*density*", "*mobility*" e sobre "*right to the city*" (LEFEBVRE, 1968), que por sua vez criava conexões com "*access to urban resources*", "*social inclusion*" e "*socio-spatial segregation*".

Congiu, Occhini e Plaisant (2019) ainda nos colocaram os termos "*reachability*" (relacionado à facilidade de acessar bens e serviços), "*usability*" - relacionado ao direito de acesso, muito associado aos conceitos de Gehl (2011 e 2013) sobre dar motivos de condições das pessoas irem a um lugar-, "*safety*" - associado aos conceitos de topofilia e topofofia de Tuan (1974) e de imaginabilidade de Lynch (1960) -, e finalmente de "*liveability-sociability*" que se referem às possibilidades de socialização no espaço público e de interação entre as pessoas. Entendemos que o conceito, conforme colocado pelos autores, era multidisciplinar, multiescalar e muldimensional.

O conceito de "*urban accessibility*" proposto por Litman (2011) nos chamou a atenção, pois ele defende que é a capacidade de alcançar bens, serviços, atividades e destinos desejados (coletivamente chamados de oportunidades). Por outro lado, estas oportunidades urbanas são mais amplamente definidas por Castrignanò, Colleoni e Pronello (2012) como presença de atividades para atender a necessidades complexas, associadas à identidade, relação e participação, todos os recursos essenciais para a vida social dos indivíduos segundo seus valores culturais.

Finalmente, entendemos que queríamos trabalhar com a dimensão individual do observador que percorre um território e que faz suas escolhas a partir de qualidades intrínsecas do espaço, mensuráveis por condições físicas e identificáveis por parâmetros presentes no espaço urbano. O que queríamos, de fato, tratar da questão da qualidade do espaço urbano e da vontade das pessoas em

usufruírem de suas condições a partir de suas qualidades atrativas. Então, entre todas as palavras, talvez a nossa fosse "*liveability*" resultante de "*urban quality*".

Mas o fato é que nos demos conta da falta de clareza na definição do tema quando observamos que o termo que estávamos usando era equivocado (SANTOS e MOURA, 2019). A sorte foi termos escolhido as variáveis de investigação corretamente, pois poderíamos ter nos equivocado nisto também. No segundo artigo, resultante dos desdobramentos e de inclusão de novas análises de processos, passamos a usar o termo "*urban quality*", mas com o pensamento específico de buscar variáveis e parâmetros indicativos da habitabilidade urbana (BLEČIĆ et al., 2019).

- Escolha das variáveis componentes principais

Uma etapa fundamental é a escolha de variáveis que respondem pelas características da área segundo suas especificidades, potencialidades e vulnerabilidades. Sobretudo porque o tempo de coleta ou organização dos dados demanda muito do pesquisador, então cabe escolher aquelas variáveis que são realmente definidoras das condições, fenômenos e ocorrências no território.

Para relatar esta etapa, cito um estudo de caso no qual dei suporte à identificação de áreas de potencial de invasão de faixas de domínio de linha de transmissão de energia elétrica da CEMIG (MOURA et. al, 2010). Como eu não tinha conhecimento sobre o fenômeno invasão de linhas de transmissão, eu não saberia dizer quais seriam as variáveis componentes principais que respondem pelo processo, assim como seus parâmetros que são indicativos de potencial de invasão. Nesse sentido, realizei uma escuta junto a muitos técnicos que atuavam na temática na empresa, solicitando que me descrevessem condições em que eles observavam riscos de invasão e que listassem características que eles pensavam ser indicativos do potencial de invasão. Me enviaram uma longa lista de termos que eu deveria transformar em variáveis.

O primeiro passo é ajustes de questões semânticas, para verificar se realmente estamos falando sobre a mesma coisa. Os termos que eles usavam eram realmente o que eu havia entendido como variável ou condição territorial? Diante das dúvidas foi necessário pedir uma pequena descrição do que eles haviam pensado ao me indicarem a variável. A exemplo, um técnico me sugeriu fazer o mapeamento de "solos", e como tive dúvida da relação deste quesito com o potencial para a invasão da faixa, posto que não se tratava de uma área rural, pedi a breve descrição da motivação. Ele então me explicou que terrenos íngremes eram de mais difícil invasão, o que me fez entender que ele se referia, de fato, a declividades.

O segundo passo é planejar como atuar no caso em que os dados de uma variável não estão disponíveis ou são de difícil mapeamento. Pode ser citado o caso da variável "renda", que hoje obtemos agrupada pela renda média do setor censitário, coletada pelo IBGE a cada dez anos. Mas se é necessário o seu uso como algum indicativo de análise e de modo não tão agrupado como o setor censitário, e em data de coleta mais adequada, pode-se trabalhar com uma outra variável ou com um conjunto de variáveis (e neste caso, ao trabalhar com o arranjo vamos chamar de "fator") que respondem indiretamente pelas condições. Pode-se usar um arranjo ou fator composto pelas variáveis dimensão da edificação, estado de conservação e material de acabamento das unidades edificadas, para se inferir uma condição de renda. Esse processo é denominado o uso de uma variável de "*proxy*", ou seja, representante indireta do que se pretende estudar.

O terceiro passo é verificar riscos de redundância ou de supervalorização de alguma variável que compõe fatores e que, por este motivo, irá aparecer mais de uma vez nas análises, interferindo mais que as demais nos resultados. Imagine que o objetivo é definir áreas de importância de preservação

ambiental e o pesquisador optou por fazer a integração de mapa de recarga de aquíferos, mapa de risco geológico e mapa de índice de rugosidade do terreno. Caso ele tenha elaborado os mapas parciais, ele sabe como eles foram compostos. Mas caso os mapas já estejam prontos, talvez ele não saiba que para compor cada um deles se utilizou a variável declividades que, por isto, entrou três vezes no processo de integração de dados. Ela pode, sim, ser identificada como uma variável chave na análise, o que é denominado variável "*driver*", mas deve-se ter atenção porque resulta que ela será definidora das respostas.

Sobre o número de variáveis a serem escolhidas e integradas, a sugestão é o maior elenco que se conseguir daquelas que tenham relações com o motivo de investigação, mas evitando as mencionadas redundâncias. Isto porque a probabilidade de se obter um resultado ao acaso diminui. Segundo Xavier-da-Silva (2000, p. 78-79), quanto maior o número de variáveis e de seus componentes de legenda, maior as possíveis combinações e menor a chance de se chegar a um resultado aleatório. É bastante fácil entender que se eu trabalho, por exemplo, com apenas duas variáveis, qualquer irregularidade relacionada à coleta irregular, escolha inadequada da variável ou outro interfere do modo impactante no resultado.

Assim, deve-se buscar um número maior sem exageros que impeçam a execução – que podem ser relacionados ao tempo excessivo de organização de dados ou aos estranhos mapas de "pipoca". Usamos este termo internamente em nossas pesquisas quando nos deparamos com mapas que são tão pulverizados que não se consegue identificar um arranjo territorial predominante em alguma porção do território. Os mapas resultam em grande profusão de respostas pipocadas, sem gerar agrupamentos territoriais. Em geral isto é resultado de combinação de excesso de variáveis e de falta de integrações parciais entre elas. O correto seria compor uma árvore de decisões e elaborar arranjos parciais, aplicando algoritmos de identificação das combinações principais, para depois então compor a integração finais a partir dos resultados parciais. (Fig. 13).

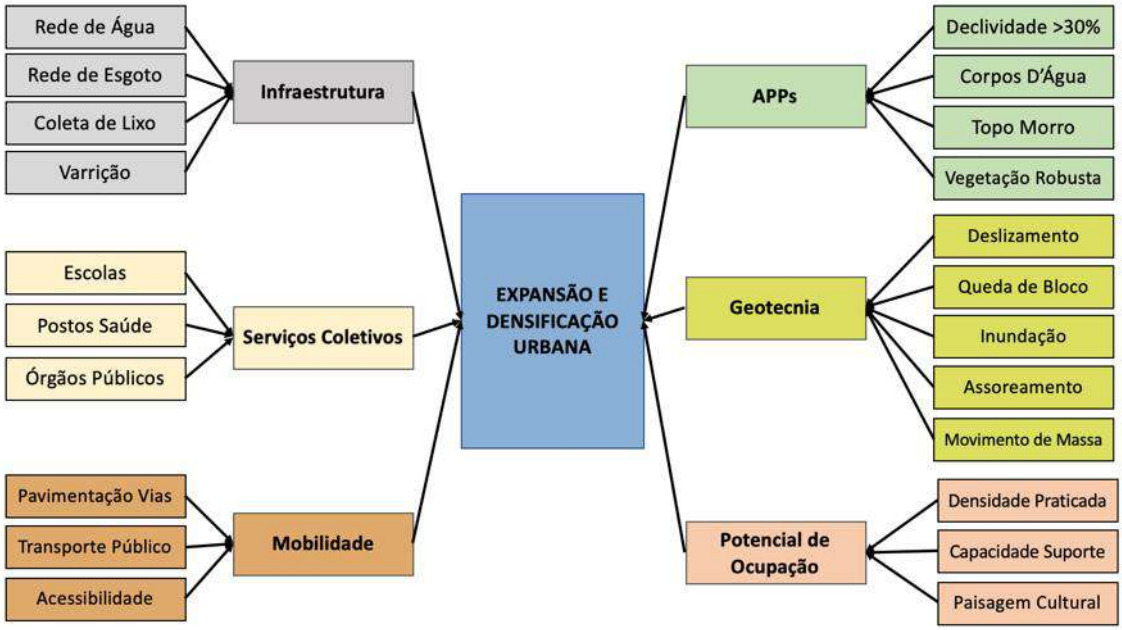


Fig. 13 – Exemplo de Árvore de Decisões. Fonte: elaborado pela autora (2019).

Outro problema clássico na escolha de variáveis é a dificuldade em virtude da variabilidade de escala de resolução. Observa-se claramente quando o mapa é resultado da integração de variáveis ou de mapas em diferentes escalas, pois o elemento de menor escala de resolução provoca grande manchas que não se misturam aos outros dados, vencendo a visualização das composições. Infelizmente é

necessário optar pela pior qualidade (a de menor escala e resolução, que apresenta o pior detalhamento da informação) e levar os dados melhores para uma generalização que reduza à pior condição. Ou, eventualmente, anular o emprego dos mapas em escala inadequada e os substituir por variáveis de *proxy*. (Fig. 14).

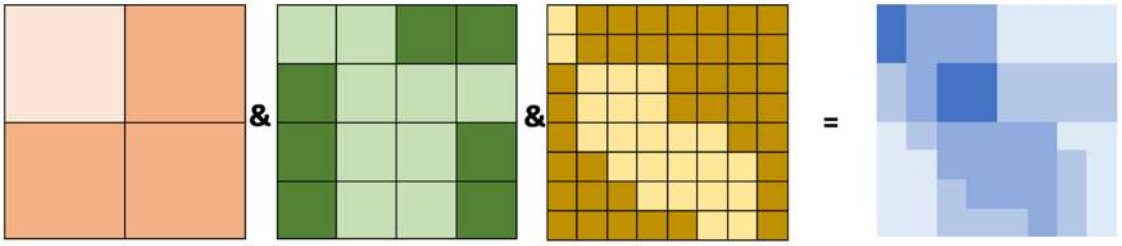


Fig. 14 – A dificuldade em se trabalhar em escalas ou resoluções diferentes

Para se entender o impacto da escala cabe lembrar sobre os termos "acurácia" e "padrão de exatidão". O menor elemento que o olho humano consegue identificar e separar ocorrências em um mapa é a dimensão de 0,2mm. Por outro lado, todo mapa tem um erro aceitável que é de 0,5mm quando o mapa é padrão A (podendo chegar a 0,8 ou 1,0mm em padrões B e C). Tomando o exemplo de uma variável que foi mensurada e representada na escala de 1:50.000, o olho humano identifica como menor elemento a dimensão de 10 metros na realidade, mas o mapa pode chegar a ter erros de 25 metros. Dependendo dos objetivos de investigação a escala não é suficiente. O mesmo se pode dizer das resoluções de imagens de satélite, que podem não atender às expectativas de análise (Landsat pixel de 28,5 m; Sentinel 10 m; entre outras), sendo que há quem defenda que a resolução espacial não deveria considerar apenas o tamanho do pixel, mas sim o arranjo de 3 por três pixels, tendo em vista que muitas as classificações dependem da observação do comportamento de regiões.

- Aplicação de modelos de transformação dos dados em comportamento das variáveis no território

A coleta de dados exige que o trabalho seja feito por unidade territorial de georreferenciamento, seja ela uma rede de referência (regular ou irregular), recortes por unidades amostrais ou por delimitações definidas por decisões administrativas e projetuais. Pode acontecer, por exemplo, que se decida coletar a informação sobre cotas altimétricas a partir de pontos notáveis, o que significa grade ou rede irregular de referência; por uma malha de pontos regularmente distribuídos e equidistantes; por setores censitários ou unidades administrativas; por elementos territoriais tais como lote, quadra, vias; sendo as unidades de coleta podendo ser constituídas por pontos, linhas, polígonos ou grades (a exemplo a estrutura *raster*). Contudo, uma coisa é a coleta do dado e outra é a modelagem de sua ação sobre o território.

Pontos cotados de altimetria precisam passar por triangulação entre pontos notáveis e interpolação de valores entre os mesmos para representarem uma superfície contínua como a topografia. Mas a escolha de como transformar o dado inicial em um processo territorial, para se caracterizar como ocorre a distribuição e arranjo territorial de um fenômeno ou de uma ocorrência, muitas vezes exige conhecimento especialista sobre o comportamento da variável e sobre o funcionamento do modelo a ser empregado. Voltando na questão do dado topográfico, ele é produzido normalmente por interpolação de Delauney ou pela criação de isolinhas segundo equidistância vertical especificada. O mesmo modelo de distribuição espacial poderia ser aplicado para temperatura, mas não poderia ser aplicado, por exemplo, para distribuição de renda. Isto porque os fenômenos temperatura e altimetria são regularmente distribuídos, não sendo possível ir da temperatura 10 para a 12 sem passar pela 11, nem da cota altimétrica 850 para a 852 sem passar pela 851. Mas o mesmo não pode ser dito sobre

renda, pois se em uma unidade domiciliar se vive com 3 salários mínimos e em outra com 5, não é possível dizer que entre elas há uma unidade com o valor 4. (Fig. 15, Fig. 16).

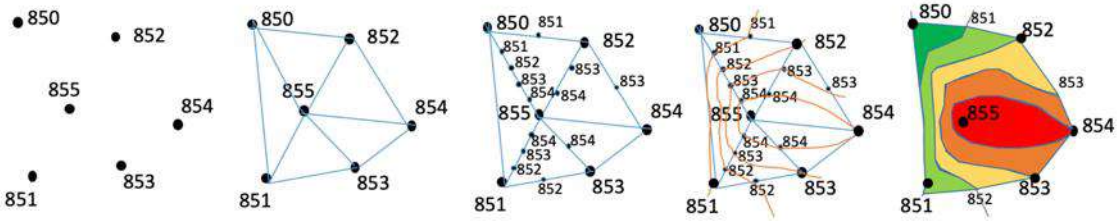


Fig. 15 – Triangulação para fenômenos de distribuição regular. Exemplo da representação topográfica. Fonte: elaborado pela autora (2019).

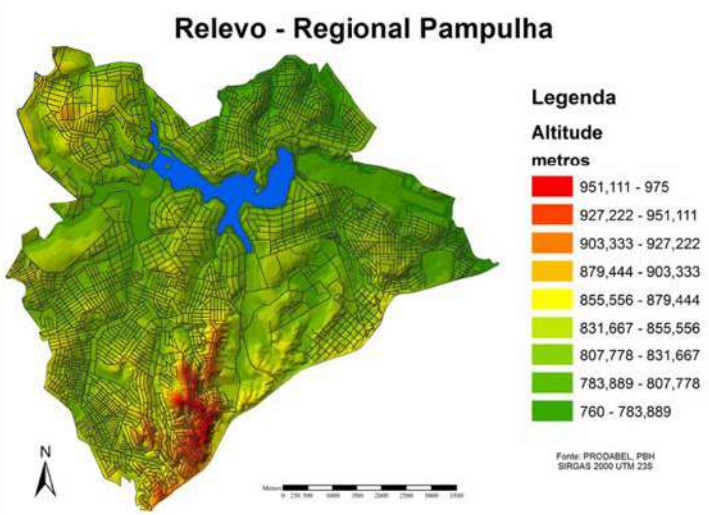


Fig. 16 – Resultado da interpolação e triangulação na representação de relevo da Pampulha, Belo Horizonte. Fonte dos dados (curvas de nível) PBH (Prefeitura de Belo Horizonte). Elaboração da autora (2019).

Uma questão recorrente quando se discute o tratamento do dado coletado e georreferenciado para que ele seja trabalhado na forma de processo territorial, ou seja, na sua distribuição e impacto espacial, é a escolha do modelo de área de influência. Até onde vai o impacto do dado no território? Como o fenômeno se distribui? A resposta para esta decisão é: qual é o seu motivo de investigação? Mais uma vez, a clara definição de objetivos de análise é a chave, seguido da clara compreensão de como funciona o fenômeno.

Os estudos de distribuição espacial se baseiam na clássica lei de Waldo Tobler (1970), conhecida como a primeira lei da geografia:"*Everything is related to everything else, but near things area more related than distant things*". A partir disto, é necessário decidir sobre modelos de dependência espacial, de interpolação ou de regionalização.

Como exemplo, pode-se apresentar o interesse em gerar as atuações ou processos territoriais de distribuição de algumas variáveis, tais como novos projetos aprovados de edificações, área de influência de escolas e de postos de saúde, registros de ocorrências de infrações de códigos de posturas. Todos eles dados capturados ou registrados por pontos no território, mas cujo objetivo é a análise espacial de impactos ou de atrativos e vulnerabilidades.

Inicialmente, o modo mais clássico de representar a regionalização de pontos é a definição de suas áreas de influência por *buffers*, ou faixas regulares definidas a partir de distância fixa da borda do elemento. O princípio é muito utilizado em normativas, por ser de fácil compreensão e aplicação. Contudo, ele apresenta limitações quando é construído por superfície isotrópica, pois parte do

princípio de que o efeito ou impacto do dado acontece de modo homogêneo em todas as direções, sem consideração de rugosidades ou impedâncias espaciais. No exemplo, apresenta-se a área de influência de serviços públicos de unidades de saúde e escolas, a partir de *buffers* na forma de anéis que abraçam o ponto de origem. Inicialmente são representados os *buffers* de cada serviço, e depois os resultados parciais são integrados para se demonstrar onde há apenas um dos serviços, onde há dois dos serviços e onde não há proximidade a algum deles. (Fig. 17).

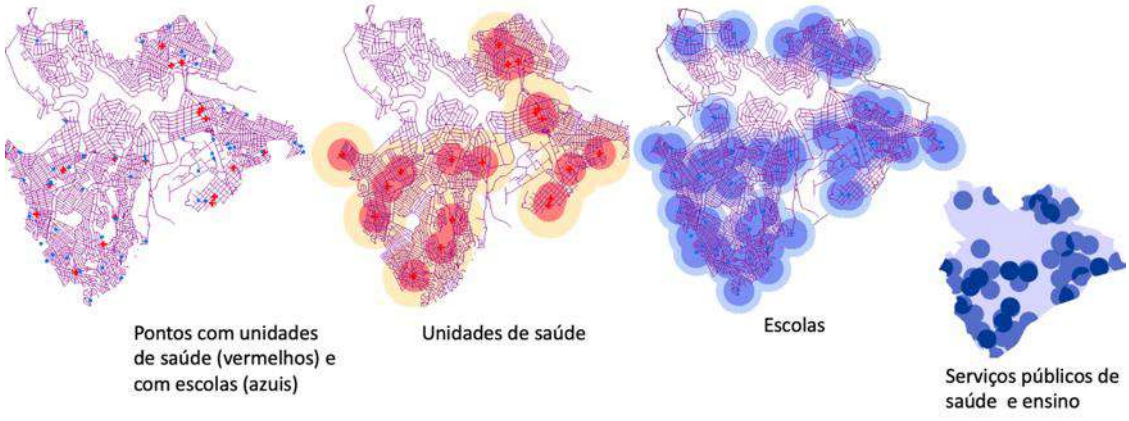


Fig. 17 – Distribuição de unidades de saúde e escolas na Regional Pampulha, Belo Horizonte. Áreas de influência por buffers e integração das camadas. Fonte dos dados: Prefeitura de Belo Horizonte.

Para se incluir a condição de alteração da área de influência a considerando as condições específicas de cada elemento ou ocorrência territorial, assim como considerar o impacto das condições do território, podem-se aplicar os modelos baseados em princípios gravitacionais. Eles consideram a força do elemento gerador, o arranjo entre os vários elementos geradores e as condições do meio onde a influência acontece. Entre os modelos gravitais é muito conhecido o IDW (*Inverse Distance Weighted*) que gera uma superfície da rede de influência dos valores espacialmente distribuídos, cuja origem é o modelo de Thiessen ou de Voronoi. Os polígonos de Thiessen, por sua vez, resultam da distribuição geométrica de cada ponto ou elemento gerador, definidos pelas mediatrizes que passam pelas linhas que conectam os pontos geradores. É um processo geométrico cujo objetivo é a repartição espacial por pontos ou elementos geradores, considerando o arranjo espacial de suas distribuições. (Fig. 18).

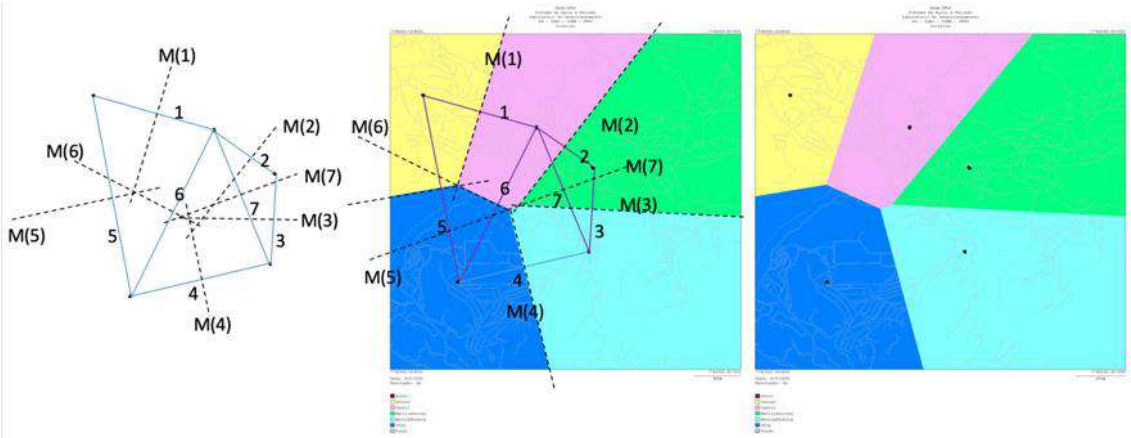


Fig. 18 – A partir de pontos geradores é realizada a triangulação que une todos os pontos entre si, seguido da projeção da mediatriz em cada linha de face de triângulo. M (1) é a mediatriz do segmento 1, M (2) do segmento 2, e daí por diante nos 7 segmentos. Realizada a intercessão entre as mediatrizes são definidos os polígonos geométricos de Voronoi, ou os polígonos de Thiessen. Fonte: elaborado pela autora (2019).

Os polígonos de Thiessen, ou de Voronoi geométrico, são muito usados a partir de aplicativos em softwares de geoprocessamento, sendo a sua função definir o arranjo espacial de área de influência a

partir da rede dos pontos geradores. Mas o modelo se torna realmente robusto quando se amplia a álgebra de geração das formas para considerar outras questões, tais como a massa e o atrito. Xavier-da-Silva (2001) desenvolveu lógica e aplicativo que consideram esta maior complexidade do modelo, o aproximando melhor da realidade territorial. O autor apresenta, no SAGA-UFRJ, a possibilidade de geração de polígonos considerando a massa de cada ponto gerador (Fig. 19 b), considerando o atrito territorial e para isto é necessário apresentar uma camada de informações sobre o nível de atrito presente em cada porção do território (Fig. 19 c), e considerando tanto massa como atrito simultaneamente (Fig. 19 d). Para que o usuário possa comparar resultados e usar os dados parciais em interpretação exploratória, o aplicativo apresenta também a possibilidade de elaboração do Voronoi através da simples geometria de repartimento da rede de pontos (Fig. 19 a). Na figura 19a apresenta-se o Voronoi geométrico no qual apenas a rede de pontos geradores resulta no recorte espacial de polígonos. Na figura 19b o Voronoi com Massa, que continua considerando a distribuição espacial da rede, mas a partir de pontos geradores são construídos polígonos proporcionais à dimensão da massa (no caso número de vagas na escola). Na figura 19c o Voronoi com Atrito, que continua considerando a distribuição espacial da rede, mas a partir de uma superfície indicadora do atrito existente em cada porção do território são construídos polígonos que vencem os atritos e se desenvolvem em áreas onde há menos impedância (no exemplo a superfície de atrito considerou uso do solo, declividades e tipo de pavimentação das ruas). Na figura 19d o Voronoi que continua considerando o arranjo da rede de pontos, mas considera também a massa e o atrito.

Fig 19. Modelo de Voronoi desenvolvido por Xavier-da-Silva (2001) e disponível no SAGA-UFRJ. Exemplo de área de influência de 5 escolas em Ouro Preto. Fig. a – Voronoi geométrico. Fig. b – Voronoi com Massa. Fig. c – Voronoi com Atrito. Fig. d – Voronoi com massa e atrito. Fonte: Elaborado pela autora, com o uso do SAGA-UFRJ (2019).

Observa-se que a aplicação paulatina das condições do modelo favorece a avaliação exploratória, pois tome o exemplo de um ponto (a escola da área em azul claro) que antes tinha muita influência por estar em posição estratégica na rede e mais distante de concorrentes, mas tem seu impacto significativamente reduzido por possuir menos vagas (capacidade de massa); depois tem sua influência aumentada quando se considera o atrito, pois é de mais fácil acesso para uma região da cidade; mas no arranjo massa e atrito só tem influência garantida em uma parte específica da cidade. Estudos exploratórios como este favorecem entender o que daria efeito na alteração de uma condição da ocorrência territorial: mudança na posição do ponto? Incremento da massa? Redução do atrito?

Outra forma de tratar o dado registrado por ponto ou linha é a avaliação de sua concentração no território, na forma de modelos de densidade. O algoritmo mais comum é o de densidade de Kernel, que pode apenas mensurar o grau de concentração espacial da ocorrência, como pode também ser

aplicado de modo ponderado, no qual um atributo de massa do ponto é considerado, provocando mais impacto no índice de concentração em função da força do ponto (Fig. 20 e Fig. 21).

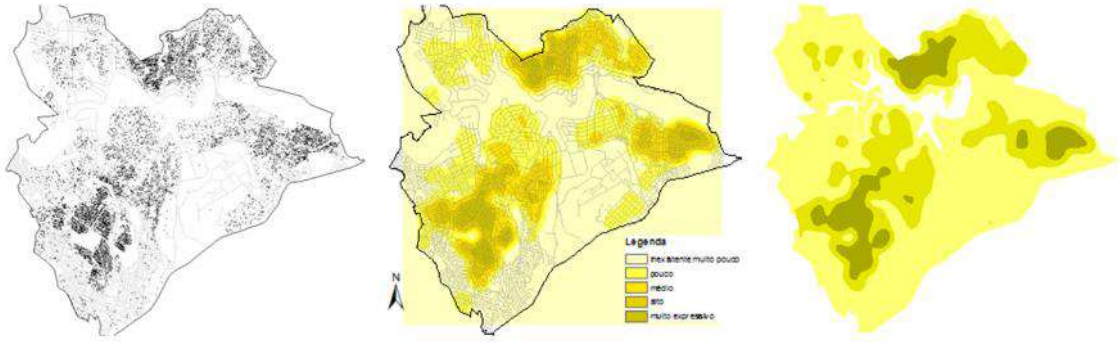


Fig. 20 – Kernel baseado em concentração de ocorrências. Concentração de projetos aprovados para novas edificações – Pampulha, Belo Horizonte. Fonte dos dados: PBH (Prefeitura de Belo Horizonte). Elaborado pela autora (2019).

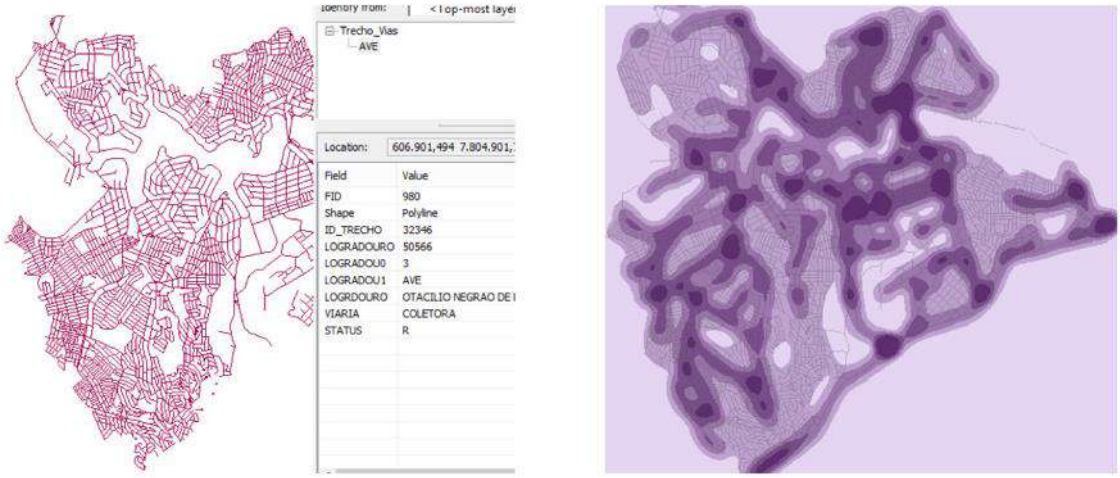


Fig. 21 – Kernel baseado em concentração de ocorrências e ponderação segundo a capacidade da via em recebimento de veículos – Pampulha, Belo Horizonte. Mapa de capilaridade (concentração de vias) e de acessibilidade (ponderado pela capacidade de recebimento de carga das vias). Fonte dos dados sobre as vias: PBH (Prefeitura de Belo Horizonte), com valor de impacto de capacidade de veículos definidos pela autora. Elaborado pela autora (2019).

A massa na densidade de Kernel ponderada pode ser alguma variável ou um fator, este último entendido como a combinação de variáveis. Supondo que se esteja medindo a concentração de registros de reclamação de infração do código de posturas por uso de som acima do tolerável, a análise pode ser ponderada pelo nível medido de ruído ou um por um fator que combine a altura do ruído com o tempo executado e com o nível de inadequação do horário da infração. Desta forma, os lugares onde o problema foi mais impactante terá o nível de densidade mais destacado. Ou considere que há registros de ocorrência de leishmaniose no território, mas que nos atributos está registrado se ela é tegumentar ou visceral. O pesquisador pode e deve dar um peso maior para a visceral, associando um valor numérico aos dados, tendo em vista a sua gravidade. (Fig. 22).

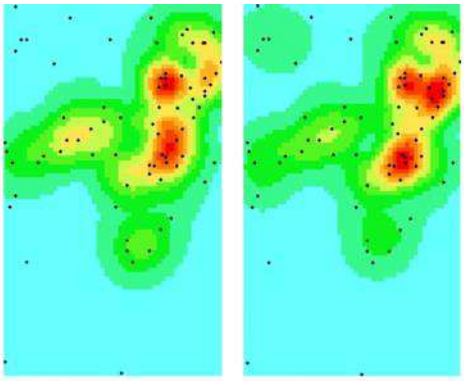


Fig. 22 – Densidade de Kernel calculada apenas segundo a concentração de ocorrências e Densidade de Kernel Ponderada, considerando também um atributo no ponto definidor da massa que é indicativa de incremento de importância. Exemplo de distribuição de pontos de leishmaniose, sendo a figura inicial a concentração da doença e a segunda figura considerando o atributo se ocorrência é leishmaniose tegumentar ou visceral, de modo que a visceral entra com valor de impacto bem mais forte. Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O modelo de Densidade de Kernel exige a definição de um raio delimitador que deve ser interpretado como área máxima dentro da qual se considera que a presença de ocorrências provoca uma concentração espacial, ou também como raio de influência de cada ocorrência que, uma vez sobreposto a outras, resulta em concentração do fenômeno. Caso o usuário não indique o raio, a maioria dos softwares têm capacidade para arbitrar um valor, a partir da mensuração da distância média entre os pontos geradores. É interessante que o usuário consiga indicar um raio, a partir de algum critério defensável que pode vir de revisão bibliográfica, de conhecimento especialista ou mesmo de entrevistas a cidadãos a respeito de suas preferências e hábitos.

Por exemplo: tendo os pontos de atividades comerciais em um território, para o cálculo da densidade de atividades comerciais com o objetivo de verificação de núcleos de aglomeração deste uso urbano, pergunta-se qual seria um raio de cálculo adequado. Caso encontremos alguma bibliografia sobre distância média máxima ideal para se realizar atividades de consumo, o valor será usado. Talvez estes valores estejam citados em bibliografia sobre unidades de vizinhança em planejamento urbano, temática muito discutida nos anos 1920 inicialmente pelo americano Perry (1929), com o intuito de definir unidades autônomas para o atendimento das atividades cotidianas para as quais o cidadão se deslocaria a pé em um tempo médio de 5 minutos, indicando a distância média de 500 metros. Mas pode-se também entrevistar pessoas e perguntar o quanto elas estariam dispostas a se deslocarem para realizarem um consumo em estabelecimentos comerciais. Por consultas realizadas chegamos também a valores de até 500 metros. Então um estudo de densidade de Kernel teria critérios defensáveis para se definir um raio de cálculo.

O exemplo a seguir foi desenvolvido em parceria com Caroline Câmara na Prefeitura de Fortaleza, a partir de tabela de registros de ocorrência de reclamações sobre infrações no uso do espaço urbano na regional R1 do município. As reclamações foram agrupadas nas tipologias de poluição atmosférica, resíduos sólidos (lixo), poluição sonora por ambiente interno, poluição sonora por som paredão (som em veículo), poluição visual e infrações do código de posturas. A primeira questão discutida foi se o modelo de distribuição espacial adequado seria o *buffer*, definindo um raio de alcance, ou o Kernel, definindo uma aglomeração das ocorrências. Realizada a aplicação de ambos os modelos, observou-se que ambos eram de interesse, cada um para um objetivo. O *buffer* indicava as áreas próximas às ocorrências e que haviam sido impactadas, ao passo que o Kernel indicava a concentração do fenômeno. (Fig. 23).

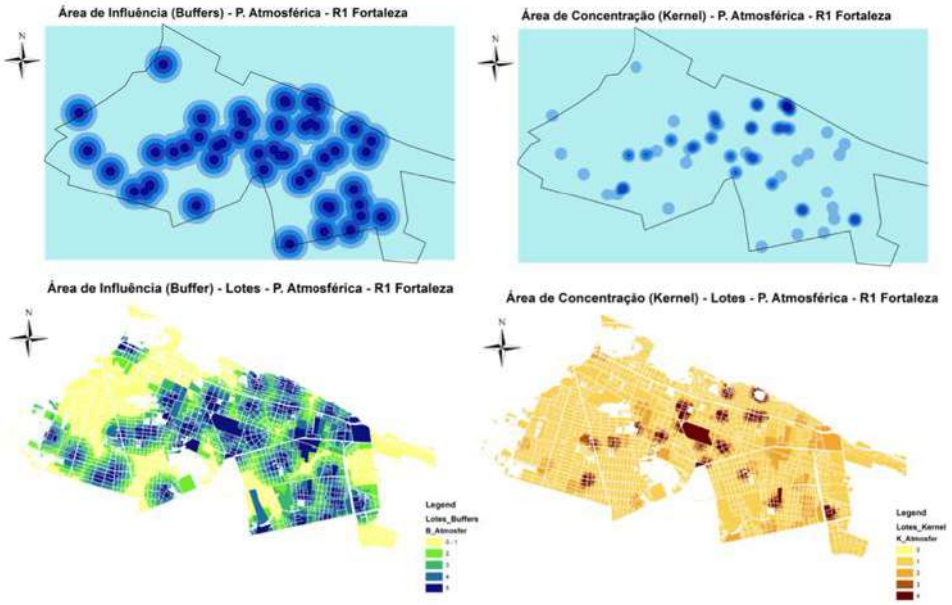


Fig. 23 – Aplicação de áreas de influência de ocorrências de poluição atmosférica através de *buffers* e de densidade de Kernel na regional R1 de Fortaleza. *Buffers* indicam anéis de influência, Kernel indica concentração espacial de registros de ocorrência e as representações são levadas para a escala do lote, que recebe os valores de cada modelo como um índice de proximidade ao problema ou de aglomeração espacial do problema.

Desta forma, foram calculados os dois modelos para todas as 6 variáveis, e depois foi realizada a integração das camadas das variáveis para cada uma das duas abordagens. Tanto para o buffer como para o Kernel foi necessário indicar um raio de investigação para cada variável, relacionados a opiniões especialistas sobre a área de impacto da ocorrência.

Finalmente, foi realizada a integração das seis variáveis de cada eixo de abordagem (densidade ou proximidade), por Análise de Multicritérios, que é objeto de discussão de um próximo item no desenvolver do texto, quando será apresentada a proposta de integração ponderada e quantitativa (por Pesos de Evidência) ou por comparação pareada e qualitativa (por Análise Combinatória). (Fig. 24).

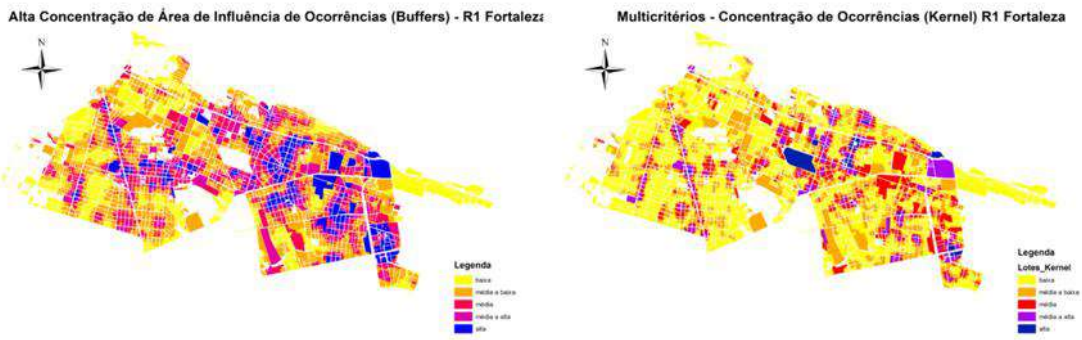


Fig. 24 – Integração de variáveis por Análise Multicritérios. Concentração de áreas de influência de ocorrências de infrações urbanas (6 variáveis) por *buffers* e de densidade de ocorrências de infrações urbanas (6 variáveis) por Kernel. Estudo de caso na R1 de Fortaleza, desenvolvido por Ana Clara Moura e Caroline Câmara (2019).

- A unidade territorial de análise

As representações e estudos espaciais se baseiam em processos de análises e sínteses com a manipulação de variáveis que respondem pelos fenômenos, ocorrências e características principais do sítio (McHARG, 1969). A investigação analítica requer a decomposição da realidade em suas variáveis principais, para observação detalhada de cada temática (CHORLEY & HAGGETT, 1967). A investigação sintética requer a composição das variáveis em visões interpretativas que respondam por cenários da realidade. O processo de modelagem, desta forma, passa pelas ações de análises (decompor) e sínteses (compor) para se realizar predições ou avaliações sobre um território, através de cenários possíveis (recompor). A modelagem de dados espaciais, nesse sentido, segue os princípios da abordagem sistêmica (BERTALANFFY, 1968). (Fig. 25).

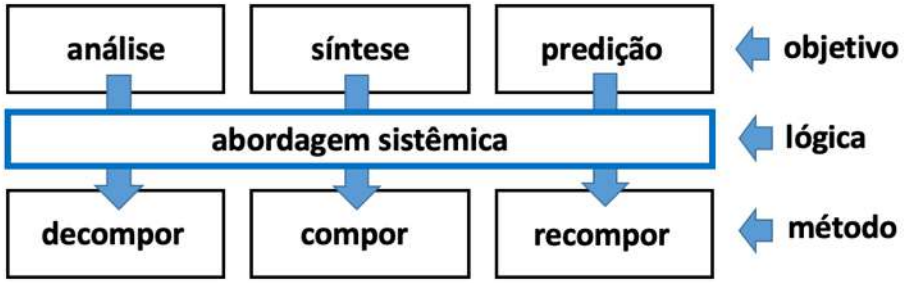


Fig. 25 – Abordagem sistêmica nos processos de análise e síntese e interpretação da realidade territorial (lógica). Ações de decompor, compor e recompor variáveis (método) para compreensão de características, potencialidades e probabilidades (objetivo). Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Nos processos de decomposição para posterior composição e nos processos analíticos para posterior promoção da síntese, constitui etapa fundamental a definição da unidade territorial de integração dos dados, o que Xavier-da-Silva (2001) denomina UTI – Unidade Territorial de Integração. A primeira decisão que o pesquisador precisará tomar é a associação do dado a pontos, linhas, polígonos ou malha de dados (estrutura matricial), sendo que esta última pode ser compreendida como conjunto regular de dados pontuais ou eventualmente de polígonos regulares, ou mesmo uma estrutura raster. O pesquisador deverá decidir também se irá trabalhar em estrutura vetorial ou em estrutura *raster*, ou mesmo por representação vetorial, mas com lógica *raster* (na representação em forma de matriz de pontos ou polígonos regularmente distribuídos). (Fig. 26).

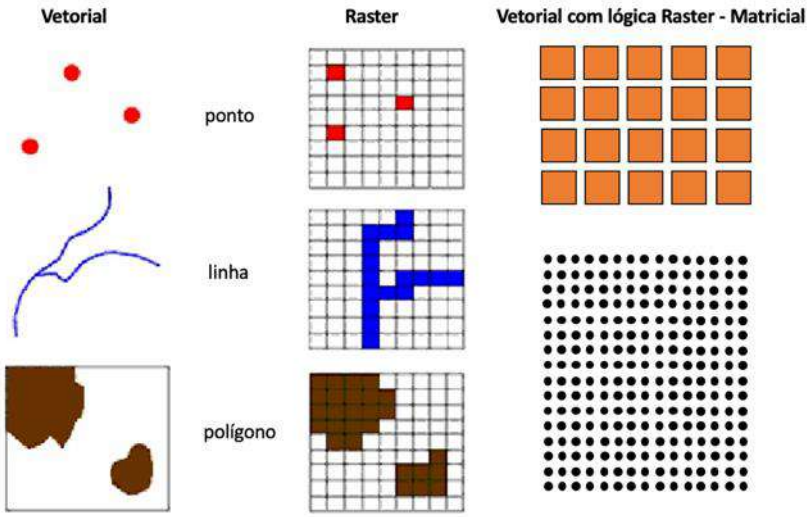


Fig. 26 – Modos de representação das variáveis: vetorial, *raster* ou em lógica matricial (ainda que sendo vetorial). Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A unidade territorial de análise é a composição de um mosaico de unidades territoriais às quais os dados serão associados e as informações serão construídas, através de processos de análise e síntese. A sua definição é importante para a composição e estruturação da coleção de dados, mas também para a saída de resultados, pois será por estas unidades que a informação produzida será obtida. As decisões sobre as unidades estão relacionadas aos objetivos de investigação e ao modo de coleta do dado o que, por sua vez, indica as possibilidades de espacialização. A criação da malha de recebimento de dados e de produção de informações é chamada de *tesselation*, o que pode ser traduzido como a composição do mosaico territorial. Cabe também definir qual é o conceito de vizinhança para cada mosaico, pois isto irá interferir em modelos que visam avaliar a difusão de ocorrências ou impactos de distribuição por conexões espaciais (Fig. 27).

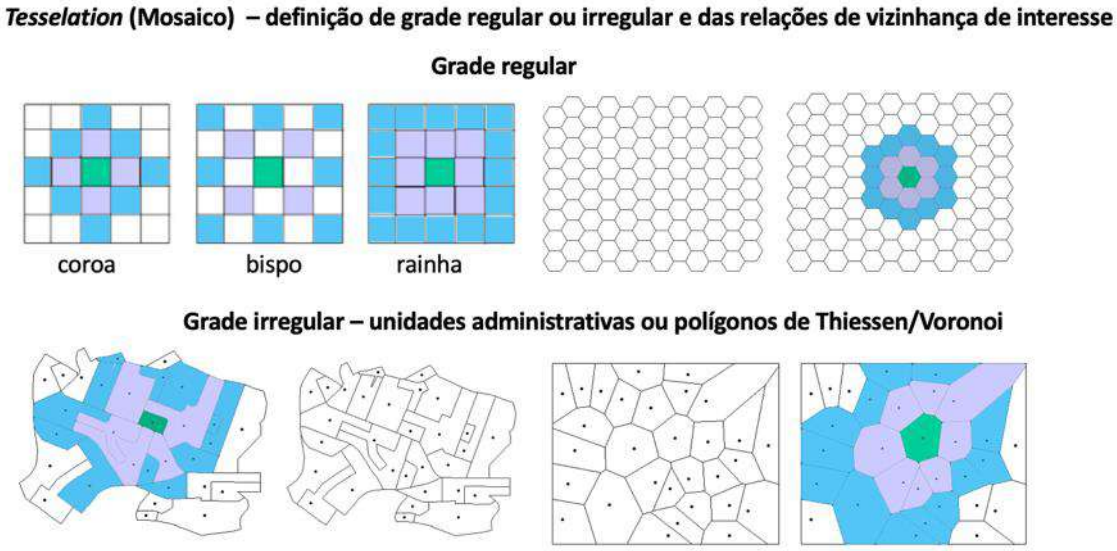


Fig. 27 – *Tessalation* (mosaico) de unidades territoriais por malha regular ou irregular.

Um exemplo interessante para ilustrar a definição da unidade territorial de integração aconteceu em estudo de caso para identificação de lugares com qualidade urbana vinculada aos interesses de caminhabilidade ou de preferências territoriais ao deslocamento no ambiente (SANTOS e MOURA, 2019). O objetivo era avaliar a qualidade do ambiente em termos de aspectos visuais, infraestrutura, sensação de segurança, acesso a serviços e um complexo conjunto de 19 variáveis indicativas de possíveis preferências do usuário por percorrer um território. Mas o usuário percorre o território ao longo da via, composta pela caixa de rua e pelo passeio, e visualiza a porção inicial da ocupação do lote. Ele não tem alcance visual do uso interno ao lote. Então a unidade territorial de análise (UTA), também denominada por outros autores de UTI (unidade territorial de integração dos dados) deveria considerar este recorte espacial. (Fig. 28)

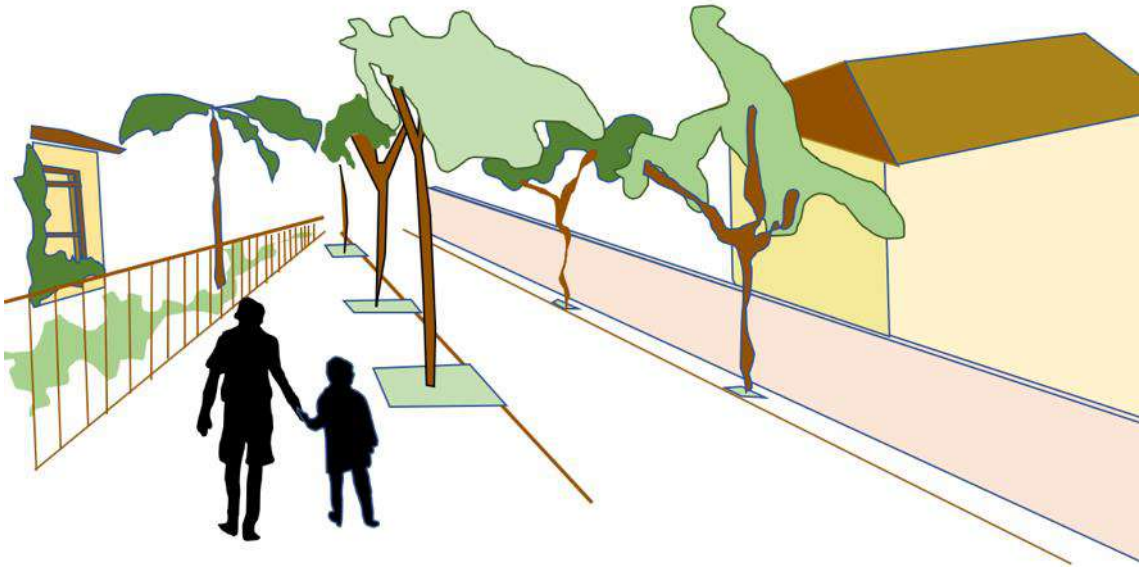


Fig. 28 – Campo de visada no deslocamento da via (rua e passeio): composto pela via e pela porção inicial do lote. Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Para construir o recorte o processo passou pelas etapas de trabalhar com os vetores de trechos de vias (linhas centrais das vias, interrompidas nas interseções com cada outras vias) e desenho de quadra, cedidos pela PBH (Prefeitura de Belo Horizonte). As vias foram transformadas em pontos ao longo de seus eixos (um ponto a cada 5 metros), a partir dos quais foram gerados polígonos de Voronoi. Como os polígonos mantêm os atributos do elemento inicial, todos os pontos tinham o código do trecho de via e, por consequência, todos os polígonos de Voronoi tinham o mesmo atributo, o que tornou possível agrupar o conjunto de polígonos por ID de trecho, gerando o Voronoi por trecho. Para definir o recorte do campo de visada na parte frontal do lote foi desenhado o *buffer* negativo das quadras, deslocando a linha para dentro em 10 metros (o que captura a fachada da edificação, o jardim frontal e o que se vê na parte anterior do lote). Esta linha deslocada foi usada como corte (*erase*) para os polígonos de Voronoi, resultando no polígono que cobre a via e a parte frontal da quadra. (Fig. 29).

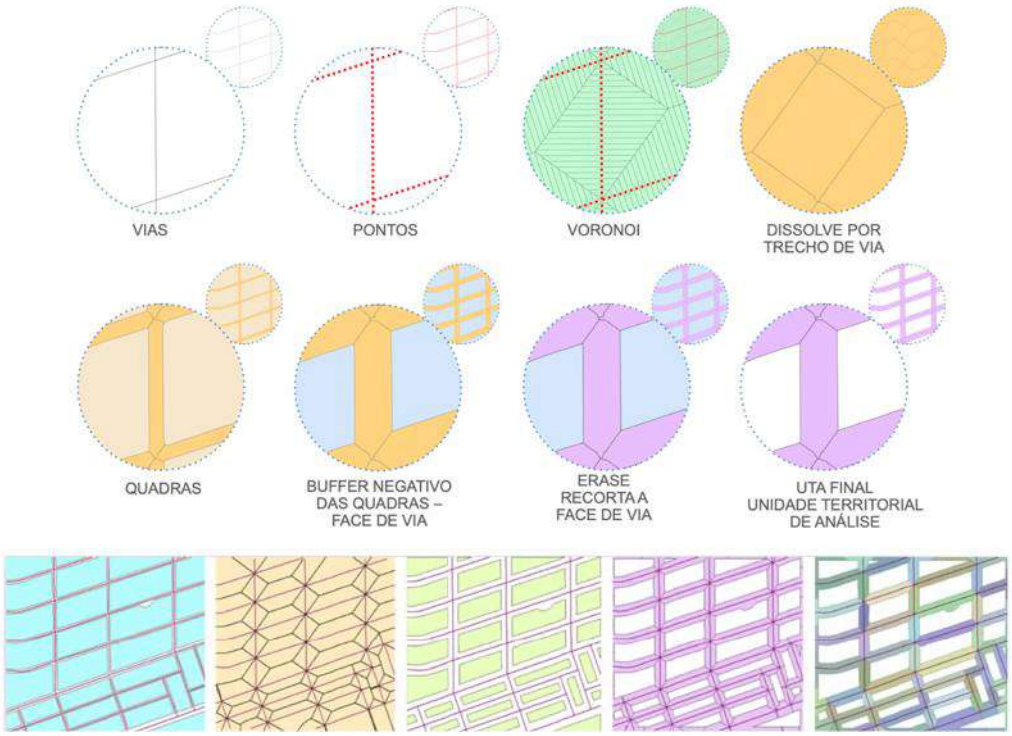


Fig. 29 – Composição da UTA – Unidade Territorial de Análise. Fonte: Santos e Moura, 2019.

A partir deste recorte territorial que representava os objetivos de investigação foram elaborados 19 mapas representativos de variáveis de interesse para a qualidade ambiental e paisagística urbana e que poderiam favorecer o interesse em percorrer o trecho. A análise favorece não só a identificação de lugares qualificados segundo cada variável, como também a síntese dos lugares mais qualificados, assim como cria condições de se discutir parâmetros urbanísticos que podem ser incentivados para a promoção da qualidade ambiental urbana do ponto de vista da percepção, do olhar, das motivações para se percorrer o lugar. (Fig. 30 e Fig. 31).

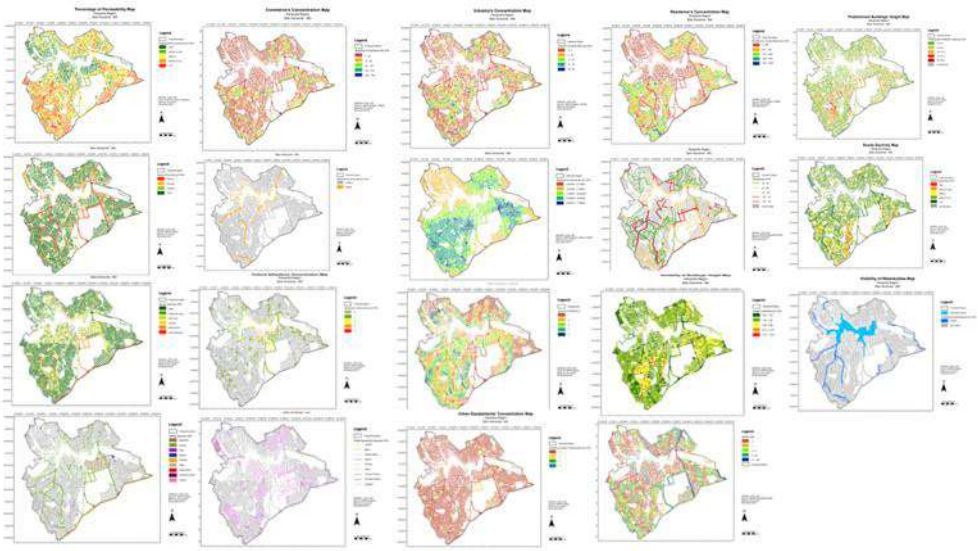


Fig. 30 – Mapeamento das 19 variáveis no trecho da UTA. Para fins de visualização elas estão apresentadas uma a uma, mas no arquivo elas aparecem como atributos numéricos por polígono de Voronoi no trecho de via (na UTA definida). Fonte: Dados cedidos pela PBH (Prefeitura de Belo Horizonte). Elaborado por Santos e Moura (2019).

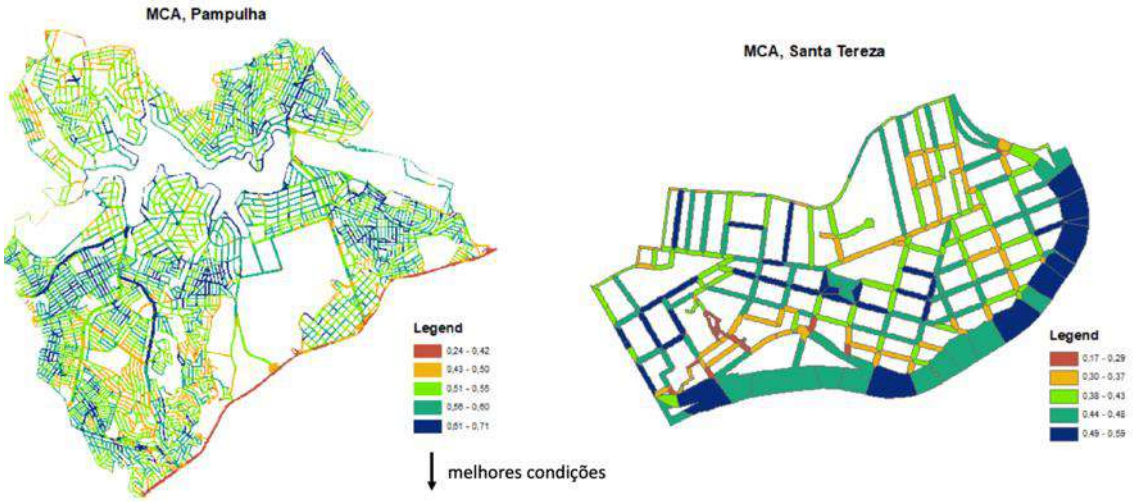


Fig. 31 – Síntese das variáveis por MCA – *Multicriteria Analysis* (Análise de Multicritérios). Exemplo do estudo de caso da regional Pampulha e do bairro Santa Tereza, em Belo Horizonte. Os valores mais altos indicam os trechos de melhores condições (azuis). Fonte: Dados cedidos pela PBH. Elaboração pela autora, 2019.

A figura 29 nos dá a oportunidade de ilustrar problemas de efeito de borda, que aparecem nos recortes da definição da área de análise. Em ambos os estudos de caso, a porção a sul do território apresenta uma condição bem diferente do interior das áreas. Na Pampulha é o anel rodoviário, última via na

borda sul da regional e que, certamente, não é indicado para qualquer tipo de caminhabilidade ou fruição territorial, mas é apenas um eixo de trânsito rápido. Por este motivo, ela obteve valores muito baixos. Em Santa Tereza é uma larga avenida, a Andradas, que também tem uma tipologia muito diferente do interior do bairro, composta por faixa muito larga e com expressiva cobertura vegetal, que obteve valores altos de paisagem, mas não é representativa das condições internas e da paisagem do lugar. Embora os eixos sul (Anel Rodoviário na Pampulha e Avenida Andradas em Santa Tereza) sejam administrativamente elementos dos recortes (regional e bairro), eles não são representativos das tipologias internas. Então o pesquisador precisa ter esta sensibilidade de recortar a área de trabalho por unidades homogêneas e representativas para os objetivos de investigação, pois os valores ali obtidos podem criar problemas para a análise, como de fato aconteceu.

- **A normalização das variáveis e seus componentes de legenda**

Um processo recorrente nas análises espaciais é a integração de variáveis para a composição de retratos interpretativos, destacando características, vulnerabilidades e potencialidades. O processo de integração de variáveis é denominado Análise de Multicritérios, que pode ser elaborada de diferentes maneiras, dependendo dos objetivos de análise do pesquisador.

A primeira parte dos desafios já foi explicada: realizar o recorte territorial, escolher as variáveis componentes principais e definir a unidade territorial de análise. O passo seguinte é composto pela normalização das variáveis e seus componentes de legenda, em dois processos: levar todas as informações para a representação quantitativa com o objetivo de favorecer a álgebra de mapas, e a especificação de valores mínimos e máximos comuns a todos, para permitir que dados de diferente natureza sejam combinados.

As variáveis, trabalhadas como camadas de informação ou como atributos associados a um elemento espacial (a UTA), podem ser de caráter qualitativo (denominado seletivo, nominal ou categórico); podem ser ordenados segundo um ranking ou podem ser numéricos. A exemplo: a variável densidade de ocupação é ordenada (com as legendas baixa, média baixa, média, média a alta e alta); a variável pavimentação da via é seletiva ou nominal ou categórica (asfalto, bloquete de concreto, paralelepípedo, pé-de-moleque, cascalho, terra); a variável proximidade a escolas é numérica (segundo a distância à escola) e a variável volume vegetado também é numérica (apresentando o volume vegetado no campo de visada, ou mesmo a proporção entre volume vegetado e volume edificado). Contudo, todas elas precisam ser transformadas em números, para fins de álgebra de mapas.

A transformação em números pode ser para permitir a Análise Combinatória (com finalidade de apenas identificar combinações possíveis) ou para aplicação de álgebras como a média ponderada entre camadas na forma de Pesos de Evidência. No primeiro, na Análise Combinatória, os números *não* têm significado de julgamento (melhor, pior, positivo, negativo), mas são escolhidos *apenas* para favorecerem a identificação de todas as possíveis combinações entre variáveis. Caberá depois ao pesquisador analisar e decidir o que significa cada combinação segundo o seu objetivo de investigação, e eventualmente fazer o julgamento a partir da interpretação de arranjos.

No segundo uso, no Pesos de Evidência, os números têm significado relacionado ao grau de pertinência que o componente de legenda tem para a análise (a exemplo, para combinar declividades e cobertura do solo para indicar as áreas mais propícias para o crescimento e densificação urbana, a declividade adequada recebe nota alta, presença de vegetação recebe nota baixa, e daí por diante) e as variáveis são integradas segundo pesos que as diferenciam, caso se julgue que há aquelas que são mais importantes que outras. No exemplo, as variáveis foram integradas tendo pesos iguais (50% cada), mas

os componentes de legenda receberam notas de acordo com a adequação para recebimento de novas ocupações urbanas. (Fig. 32 e Fig. 33).

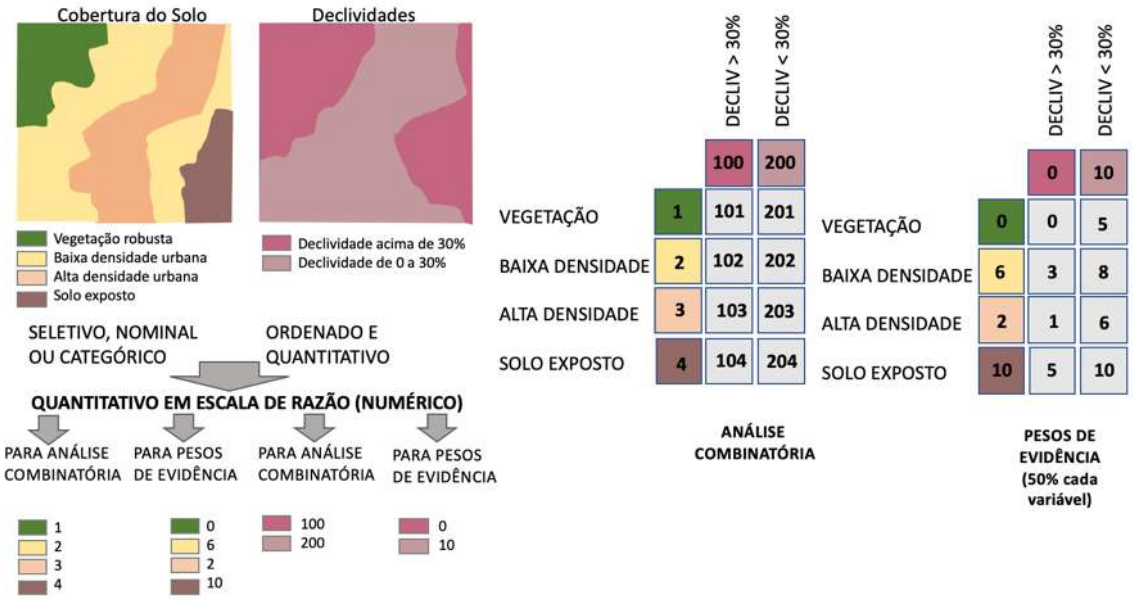


Fig. 32 – Lógica de integração de variáveis – exemplo de cobertura do solo e declividades. O primeiro passo foi transformar a representação qualitativa (seletiva, nominal ou categórica) em numérica (quantitativo) e a representação ordenada e quantitativa também em numérica (razão ou quantitativo). Todas as legendas receberam números, mas com diferentes objetivos: fazer a multicritérios por Análise Combinatória para descobrir os possíveis arranjos de condições, ou fazer a multicritérios por Pesos de Evidência para produzir um ranking hierarquizado indicando as condições melhores e as piores. Fonte: Elaborado pela autora (2019).

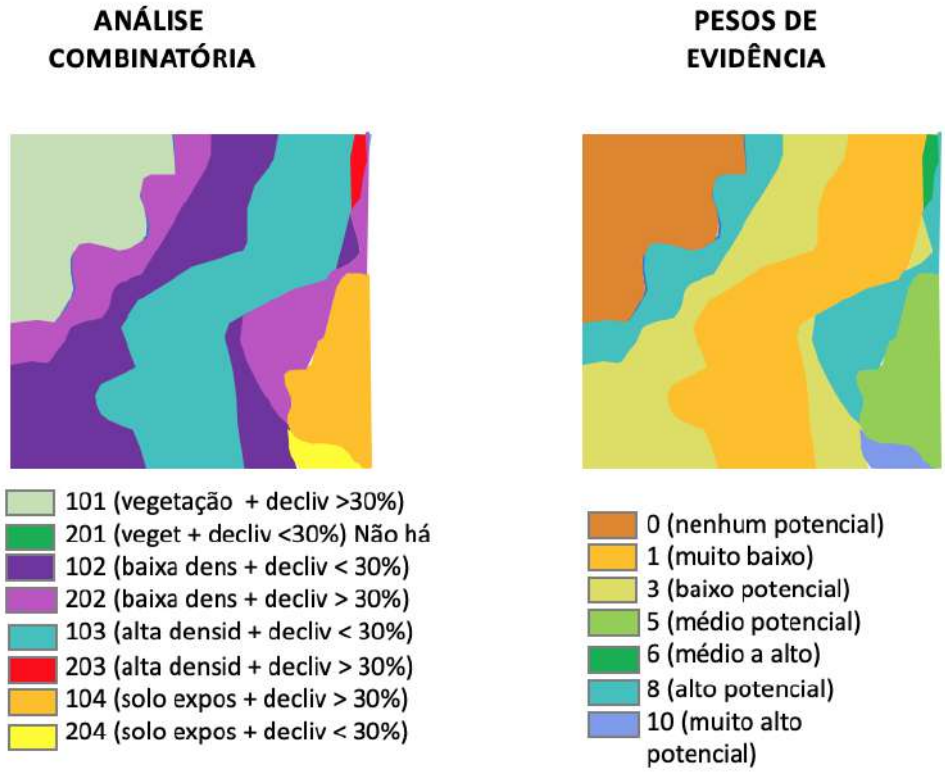


Fig. 33 – Resultado das integrações de variáveis por Análise Combinatória (identifica os arranjos, as combinações de condições possíveis e as existentes) e por Pesos de Evidência (apresenta um ranking

classificatório da condição pior para a melhor segundo o motivo de investigação). Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Destaca-se que para as aplicações em Geodesign na maioria dos casos de produção de Modelos de Avaliação - que indicam as áreas mais adequadas para receberem propostas, as áreas onde já há recursos instalados e as áreas onde é inútil apresentar propostas – é o procedimento mais indicado o método multicritérios por Análise Combinatória. Isto porque ele permite que o pesquisador tome suas decisões sobre o significado das combinações de variáveis de modo mais controlado.

O método de Pesos de Evidência resulta em um ranking que camufla as combinações existentes. No exemplo, observe que o valor "5" poderia ter resultado de dois arranjos diferentes: solo exposto e declividade alta, ou vegetação e declividade baixa, e não há como separar as combinações no resultado final. Observe também, no mesmo exemplo, que o ranking resultante coloca em condição média de ocupação a área com vegetação, apenas pelo fato da declividade ser adequada. No caso, a Análise Combinatória permite que se defina com mais clareza o significa das combinações entre as variáveis.

Indica-se que a multicritérios por Análise Combinatória (AC) seja usada como decisão sobre "o que" e "onde" fazer a proposta de intervenção territorial, ao passo que a multicritérios por Pesos de Evidência (PE) seja usada para se definir a hierarquia de importância, estabelecendo uma "ordem" de onde atuar primeiro, de onde há mais condições. Então AC seria um resultado seletivo ou nominal, qualitativo sobre "o que" fazer, e a PE um resultado quantitativo hierárquico sobre "o quanto" fazer.

No caso específico da Multicritérios por Pesos de Evidência, ainda sobre normalização cabe refletir sobre a necessidade de atribuir valores numéricos (pelos motivos explicados de integração de variáveis por álgebra de mapas) dentro de uma escala única. Isto significa que para todas as variáveis haverá um mesmo valor mínimo e um mesmo valor máximo, e os valores intermediários se distribuirão dentro do limite estabelecido (MOURA e JANKOWSKI, 2016). O pesquisador escolhe qual será o recorte de valores mínimos e máximos, que pode ser de 0 a 1, de 0 a 10, de 1 a 5. A decisão não faz diferença no resultado final, uma vez que o resultado é um ranking relativo, no qual todos os valores serão levados proporcionalmente para uma escala entre o maior e o menor, sendo o resultado final um ranking classificatório indicativo da pior e da melhor condição, e entre elas os valores intermediários. (Fig. 34).

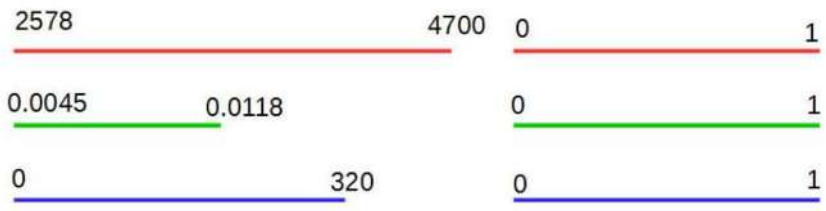


Fig. 32 – Normalização de variáveis para que todas passem a ter o mesmo mínimo e o mesmo máximo, e para que os valores intermediários sejam distribuídos proporcionalmente no intervalo definido. Fonte: Moura e Jankowski, 2016.

No exemplo da figura, para normalizar a primeira variável: novo valor = [(valor antigo - valor mínimo antigo) * (maior valor nova escala – menor valor nova escala)] / (valor máximo antigo – valor mínimo antigo). No exemplo: [(x-2578) * (1-0)] / (4700-2578). Logo, se eu tenho um ponto no meio da linha vermelha cujo valor é 3500, na nova escala ele será: [(3500-2578) * 1] / 2122 = 0,434. Entre 0 e 1, a nova posição do ponto é 0,434. Assim todas as variáveis terão o mesmo início, o mesmo fim, e os valores intermediários proporcionalmente distribuídos. Isto permite que elas sejam combinadas sem distorções.

- Escolha dos modelos de integração das variáveis

A esse ponto o pesquisador já recortou sua área, já definiu com clareza os objetivos da análise e selecionou as variáveis principais, já representou essas variáveis segundo a unidade territorial de análise e já fez a normalização para que elas apresentem legendas numéricas e, se a escolha for pela integração por Pesos de Evidência, os valores já foram normalizados dentro de uma escala de máximos e mínimos definidos (MOURA, 2007).

O pesquisador deve ter clara compreensão sobre a diferença entre Análise Combinatória e a integração por Pesos de Evidência para tomar a sua decisão. Bonham-Carter (1994) e Xavier-da-Silva (2001) associam os processos de AC a decisões booleanas e de PE à abordagem bayesiana, respectivamente.

A lógica booleana foi inicialmente proposta por Burrough et al. (1998) para se comparar ou compor par-a-par as variáveis e seus arranjos espaciais, identificando se entre elas há relações de *and, not, or ou xor* (avaliadas a partir de operações de união, diferença, intercessão ou exclusão). Assim, para cada composição se define um sim-ou-não, representado matematicamente por Zero ou Um (0 ou 1). O pesquisador, para compor um conjunto de variáveis, precisa estruturar uma árvore lógica de combinações.

A exemplo, na figura em que foi estruturada uma Análise Combinatória entre Cobertura do Solo e Declividades A partir das intercessões existentes, o pesquisador poderia definir que a presença de vegetação, independente da declividade, é fator de proteção e não ocupação urbana, ao passo de que onde há solo exposto, mesmo com declividade não favorável, se há alguma condição de ocupação. Em um próximo passo, poderia ser incluída a variável sobre presença de infraestrutura, e as combinações entre os arranjos anteriores seriam verificadas. Mas o pesquisador poderia continuar definindo que, independentemente das condições de infraestrutura, onde há vegetação não acontecerá ocupação e onde há solo exposto poderá haver, independente da infraestrutura, mas dependente da condição geotécnica, que entraria como mais uma variável na árvore de combinações. E daí por diante, decidindo os arranjos par-a-par. O pesquisador precisará usar muitas ferramentas de intercessão, união e exclusão para elaborar suas sínteses. (Fig. 35).

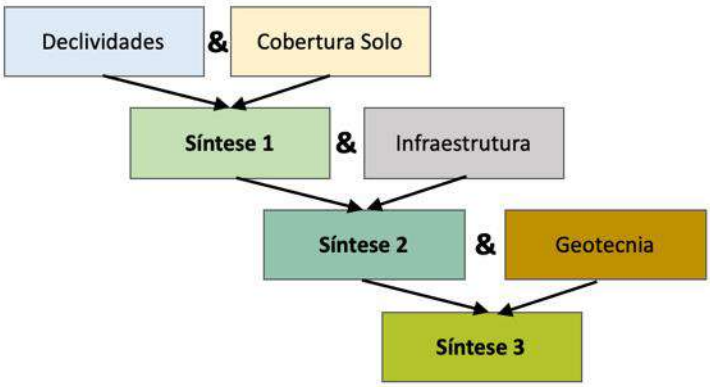


Fig. 35 – Integração de variáveis por lógica booleana e em Análise Combinatória. Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Autores como Xavier-da-Silva (2001) indicam que pode ser usado o método de Saaty, denominado AHP (Análise Hierárquica de Processos) para se consultar opiniões ou se tomar decisões na integração par-a-par das variáveis. O método de Thomas Saaty, chamado de "Análise Hierárquica de Processos", foi desenvolvido em 1978 na Universidade da Pensilvânia (SAATY, 1980). Ele auxilia na atribuição dos pesos dos planos de informação, para determinar a contribuição relativa de cada um. O objetivo é

decompor uma situação complexa de modo a facilitar as decisões sobre o que é mais importante. O método propõe a comparação de variáveis par a par e é atribuído um critério de importância relativa entre eles, conforme a escala apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Escala de Valores AHP para Comparação Pareada

Intensidade de importância	**Definição e Explicação**
1	Importância igual - os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada - um fator é ligeiramente mais importante que o outro
5	Importância essencial - um fator é claramente mais importante que o outro
7	Importância demonstrada - um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática
9	Importância extrema - a evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível.
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários entre julgamentos - possibilidade de compromissos adicionais

Fonte: Adaptado de Saaty, 1980.

Tendo como exemplo um conjunto de variáveis indicadas para a multicritérios para a investigação dos lugares adequados para o cultivo da cana, composto por “solos”, “declividades”, “condições hídricas”, e “proximidade a estradas”; pede-se ao entrevistado que compare, par a par, a importância das variáveis. As perguntas são do tipo: compare a importância entre “solos” e “declividades” e se registra a resposta. Depois entre o que foi considerado mais importante e a próxima variável, até que todas estejam ordenadas.

Definido Solos=S, Declividades=D, Rodovias=R e Recursos Hídricos =H. A lógica é estruturada pelo esquema: (Fig. 36)

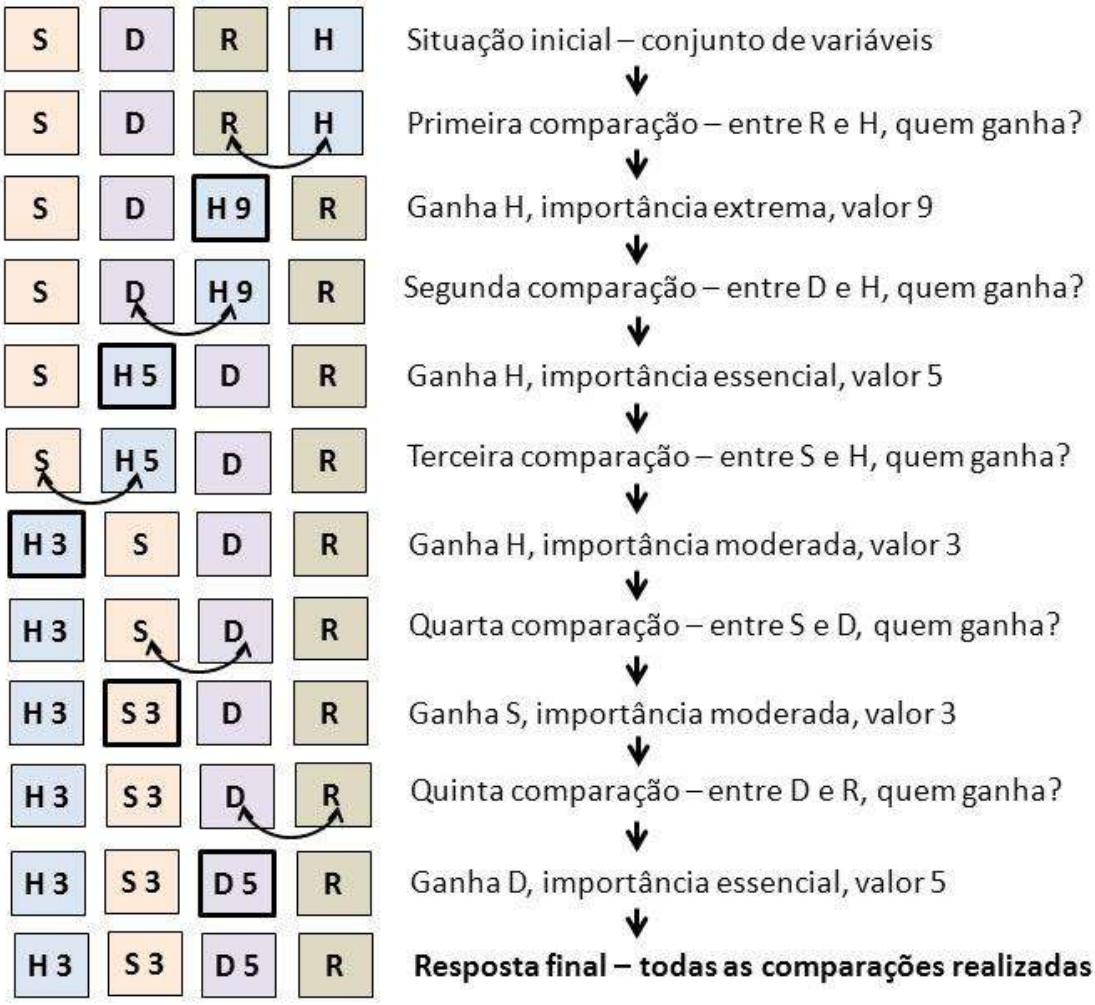


Figura 36 – Exemplo de comparação hierárquica par-a-par. Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Logo, sendo R o menor valor, e o definindo como "x", o conjunto é caracterizado por: Hidrografia = 11x, Solos = 8x, Declividades = 5x, Rodovias = x. Para isto se transformar em pesos: 11+8+5+3=25, então no exemplo de Hidrografia 11/25 significa 44%. No que resulta: Hidrografia 44%, Solos 32%, Declividades 20% e Rodovias 4%. O pesquisador poderia chegar a índices de importância (que favoreceria que ele aplicasse a integração de variáveis por Pesos de Evidência segundo os valores calculados), ou poderia ir tomando decisões sobre cada integração e sobre o significado de cada arranjo, na lógica de Análise Combinatória.

Na integração por Pesos de Evidência, os autores Bonham-Carter (1994) e Xavier-da-Silva (2001) defendem que a abordagem adotada é a bayesiana, pois se apoia na definição da participação de cada variável segundo frações ou porcentagens de sua importância para o conjunto. Para esta lógica, a influência de variável no resultado final depende de sua importância relativa no conjunto composto também por outras variáveis.

O procedimento mais usual para a integração por Pesos de Evidência é a média ponderada, na qual os componentes de legenda recebem notas segundo o grau de pertinência para a investigação e as variáveis recebem pesos segundo a importância relativa no conjunto de variáveis. A atribuição de notas por componente de legenda já foi aqui discutida. Cabe então abordar a questão da escolha dos pesos relativos das variáveis no conjunto.

A decisão pelos pesos, segundo Bonham-Carter (1994) pode acontecer por processo de *data-driven* ou por *knowledge-driven*. Na primeira, o *data-driven*, é a investigação dos dados que irá indicar a

importância relativa das variáveis na composição da integração entre elas. Por procedimentos de mineração de dados (*data-mining*) são avaliados os comportamentos das variáveis em situações comprovadas de resultados positivos e de resultados negativos, para se investigar quais variáveis mais interferiram nos resultados, o que permite hierarquizar o papel de cada uma delas na síntese. No segundo processo, o de *knowledge-driven*, o pesquisador pode se basear em bibliografia para indicar a importância relativa de cada variável, pode arbitrar e justificar em função de seu conhecimento especialista na temática, ou mesmo pode promover uma escuta de opiniões.

No caso da escuta de opiniões, embora a bibliografia cite mais o método AHP de Saaty, na nossa experiência o método de mais fácil aplicação e compreensão pelos usuários é o método Delphi. O método foi proposto na década de 50 pela indústria militar americana Research and Development (RAND) com o objetivo de fazer escutas estruturadas e dividir responsabilidades mediante maximização de consenso de opiniões. O nome vem do Oráculo de Delfos, pois o objetivo é emitir opiniões ou sugestões para a tomada de decisões. Dalkey e Helmer (1963) e Linstone e Turoff (2002) explicam que o procedimento é composto por rodadas de opiniões, em consulta anônima (as pessoas não sabem quem está participando do conjunto) e cujos resultados são trabalhados na forma de obtenção de médias e modas, que são mostradas para os participantes que têm a chance de fazer ajustes em suas opiniões. Há autores, como Linstone e Turoff (op. cit.) que defendem que o número de rodadas deve estar sujeito a se obter consenso, mas pensamos que três rodadas é o número máximo, pois consenso é algo que praticamente não existe, e acreditamos mais na maximização de consenso.

Em lugar de se perguntar para um colaborador qual é a importância relativa de variáveis entre pares, se pergunta dentro de uma escala, entre um valor mínimo e um valor máximo, como ele atribui a importância daquela variável no conjunto, para se realizar uma síntese segundo um objetivo específico de investigação (identificar caracterizações, potencialidades, vulnerabilidades). Uma vez recebidas as sugestões são calculadas médias e modas de todos os valores. Estas médias e modas são apresentadas ao colaborador compara com os próprios valores e faz ajustes, se quiser. Por fim, a média final é transformada em valor relativo em 100%. (Fig. 37 e Fig. 38).

	1ª. Rodada De 0 a 10, qual é a importância da variável?						**2ª. Rodada Diante da média, você faz alterações?**						**3ª. Rodada Diante da nova média, você faz alterações?**					
variáveis	P1	P2	P3	P4	Pn	Média	P1	P2	P3	P4	Pn	Média	P1	P2	P3	P4	Pn	Média
Cobertura do Solo	8	7	8	9	6	7,6	8	7	8	8	6	7,4	8	7	8	8	7	7,6
Declividades	10	10	7	6	9	8,4	10	10	7	7	9	8,6	9	9	8	7	9	8,4
Infraestrutura	7	7	9	6	5	6,8	7	7	9	7	6	7,2	7	7	8	7	7	7,2
Geotecnia	4	5	9	7	7	6,4	4	5	8	6	6	5,8	5	5	7	6	6	5,8

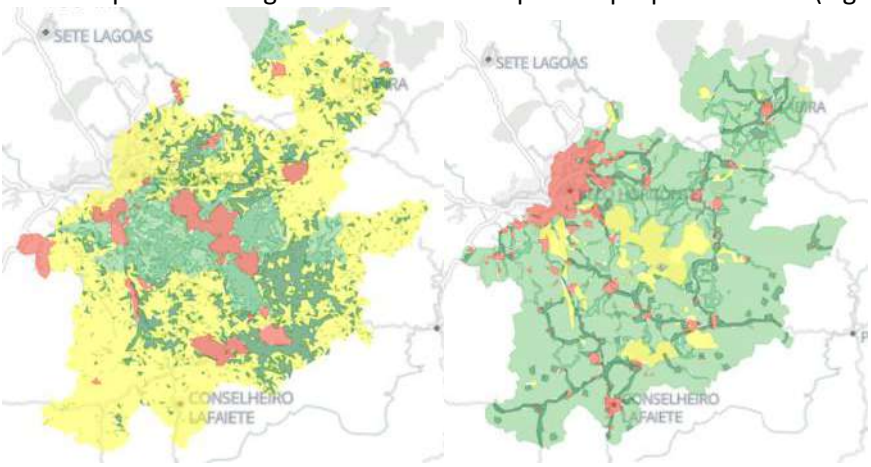
Fig. 37 – Método Delphi para escuta de opiniões, em três rodadas: opinião – média – revisão – média – revisão e média final. Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

média final		Peso Final (em %)
7,6	x 1 = 7,6 * 100/ 29	26,20
8,4	x 2 = 8,4 * 100/ 29	28,97
7,2	x 3 = 7,2 * 100/ 29	24,83
5,8	x 4 = 5,8 * 100/ 29	20,00
Soma: 29		**Soma: 100%**

Fig. 38 – A partir da média final, conversão dos valores de 0 a 10 para valores relativos. Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Além dos processos de *data-driven* e de *knowledge driven*, Motta, Moura e Ribeiro (2019) propuseram a ampliação do *data-driven* para o *objective-driven* e Moura, Motta, Santos e Souza (2018) propuseram ampliar do *knowledge-driven* para o *visual-driven*. No *objective-driven* é construído um algoritmo genético que usa a combinação de variáveis e altera seus pesos inúmeras vezes, até que se atinge uma função-objetiva esperada (no exemplo uma condição ótima de distribuição de melhorias), e neste momento se observa quais eram os pesos das variáveis. No *visual-driven* o usuário, por cartografia dinâmica, altera valores dos pesos das variáveis e obtém por *if-then* o novo resultado, o que o ajuda a tomar a decisão sobre os pesos a partir dos possíveis cenários obtidos.

No processo de Geodesign os pesquisadores precisam construir sistemas, que são temáticas principais de investigação sobre as quais querem fazer escutas-cidadãs e promoverem a cocriação de ideias de políticas e projetos para a área. A legenda dos sistemas é dividida nas classes: muito indicado (*feasible*), adequado (*suitable*), possível (*capable*), inapropriado (*inappropriate*) e recurso já existente ou já resolvido (*existing*). Esses sistemas, como o próprio nome diz, são composições de conjuntos de variáveis de interesse para a temática, que podem ser integradas por Análise Combinatória ou por Pesos de Evidência, apresentando, para os usuários, um julgamento prévio ou uma opinião dos condutores do workshop sobre os lugares mais indicados para se propor as ideias. (Fig. 39).



Sistema Vegetação Sistema Empreendedorismo

Fig. 40 – O sistema "Vegetação" foi construído por Análise Combinatória e o sistema "Empreendedorismo" por Pesos de Evidência. Estudo de caso de Geodesign para o Quadrilátero Ferrífero, ênfase Ambiental. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com o uso da plataforma GeodesignHub[5].

[5] www.geodesignhub.com.br – plataforma *web-based* criada por Hrishikesh *Ballal* para suporte ao workshop de Geodesign.

p.2.2. Os modelos no Geodesign

Geodesign é design "com" o território e "para" o território. Ele visa a transformação contextualizada da paisagem, respeitando a natureza e a cultura. O Geodesign pode fornecer um quadro metodológico sistemático para o planejamento regional, urbano e local, visando a integração sustentável das atividades humanas com o meio ambiente natural, respeitando as peculiaridades culturais e possibilitando um processo democrático de tomada de decisão.

Ele é um método de construção coletiva de futuros alternativos para uma paisagem ou território, que pode ser aplicado em qualquer escala, na qual a escuta cidadã é fundamental para a construção de opiniões e para a tomada de decisões. Ele é amplamente baseado em aplicativos de geovisualização, ainda que sejam analógicos. O princípio é informar o participante sobre as características principais do lugar, e para isto é necessário fornecer um conjunto de informações temáticas e suas sínteses em sistemas principais, que serão a base para a cocriação de políticas e projetos.

Autores importantes como Dangermond (2009), Ervin (2011), Flaxman (2010), Miller (2012) já escreveram sobre o tema, apresentando suas contribuições, mas destaca-se o trabalho de Steinitz (2012), que estruturou os procedimentos através de um arcabouço metodológico, um framework de trabalho. Este arcabouço metodológico foi ampliado e difundido no mundo através do uso da plataforma *web-based* GeodesignHub que favorece o desenvolvimento do workshop colaborativo (Ballal e Steinitz, 2015; Ballal, 2015).

Steinitz (2012) apresenta uma estrutura de trabalho na forma de um framework com seis passos a serem seguidos, compostos por seis modelos. Os percursos nesses seis modelos devem ser feitos três vezes, no que ele denomina três iterações, para ajustes e adequações às exigências do estudo de caso. (Fig. 40).

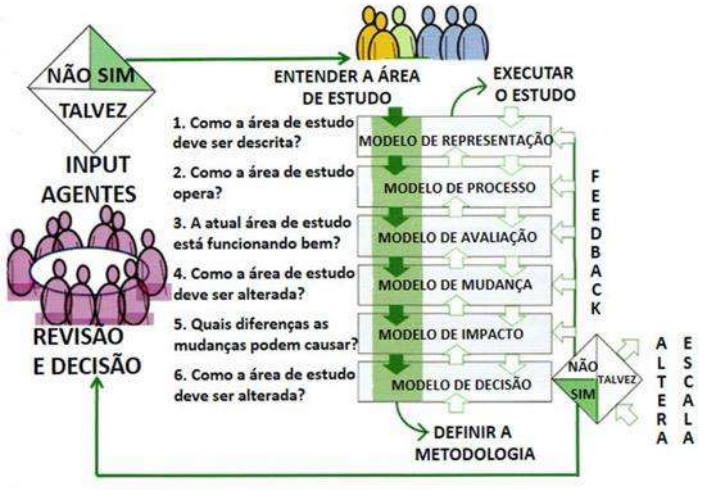


Fig. 40 – O framework de Geodesign proposto por Steinitz (2012).

Os modelos respondem a perguntas principais do processo de cocriação de futuros alternativos através do Geodesign. A primeira pergunta é sobre como a área de estudo deve ser descrita, o que se responde através da identificação de suas variáveis principais. Isto resulta no Modelo de Representação, que é a coleção de dados iniciais sobre a área. No presente texto, corresponde às etapas em que foi discutido a escolha das variáveis principais e de elaboração de seus registros.

A segunda pergunta é sobre como a área opera, e isto é respondido por Modelos de Processo. Significa construir a espacialização dos dados, conformando suas áreas de influência, de concentração, lógicas de distribuição espacial. Este tema também foi discutido no presente texto sobre a transformação do dado em informação espacial, aplicando modelos de distribuição espacial.

A terceira pergunta resulta em um julgamento, pois exige que se responda se a área de estudo está funcionando bem, o que é feito através de Modelos de Avaliação. Significa construir sistemas identificando potencialidades e vulnerabilidades, o que exige combinação de variáveis e emprego de Análise Multicritérios por Análise Combinatória ou, eventualmente, por Pesos de Evidência. Esta foi a principal discussão do presente texto, pois toda a explicação realizada foi para se chegar na produção de Modelos de Avaliação, resultantes da integração de conjuntos de variáveis segundo temáticas principais. Na plataforma GeodesignHub os Modelos de Avaliação constituem os sistemas, e são usados como suporte para a cocriação de ideias para políticas e projetos. (Fig. 41).

Fig. 41 – Exemplo do conjunto de sistemas, representativos das temáticas principais de discussão no workshop de Geodesign. Estudo de caso Quadrilátero – Interesse Social (Modelos de Avaliação: Cultura, Infraestrutura, Ambiental, Riscos, Economia, Transporte, Expansão Urbana, Moradia). Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma GeodesignHub.

Uma vez interpretados dos sistemas, que apresentam julgamentos sobre áreas indicadas para receber propostas em função de vulnerabilidades ou de potencialidades, os participantes elaboram desenhos espaciais, chamados diagramas, de políticas e projetos por sistema. O desenho de diagramas compõe o que é denominado Modelo de Mudança, pois são propostas de alteração da área e respondem à quarta pergunta: como a área pode ser alterada? (Fig. 42).

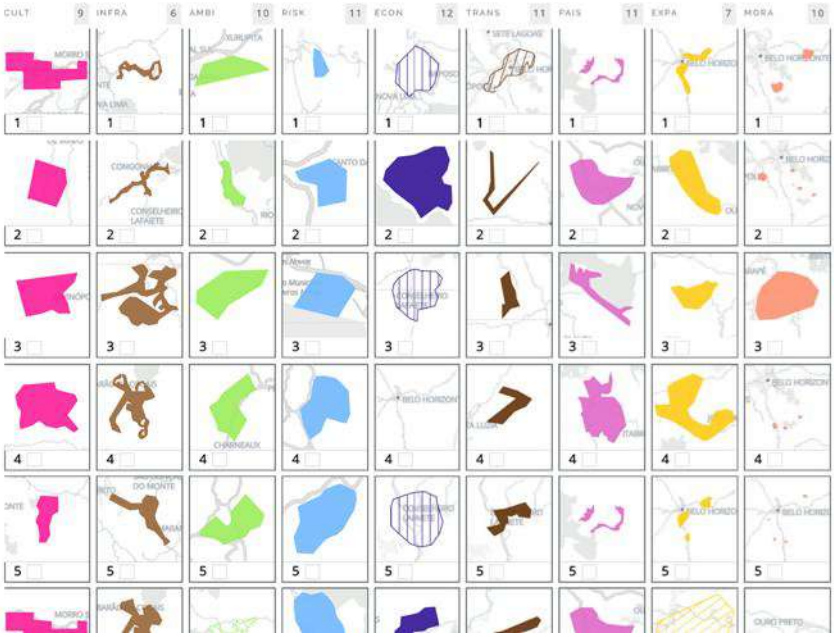


Fig. 42 – Diagramas contendo ideias de políticas e projetos por sistema. O participante deve observar os modelos de avaliação por sistema, pois eles servem como um suporte sobre áreas indicadas para receberem propostas de cada temática. Exemplo do estudo de caso Quadrilátero – Interesse Social. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma GeodesignHub.

As propostas de mudança no território são avaliadas e o sistema calcula o impacto dessas ideias. Isto responde à quinta pergunta do framework, que é sobre quais diferenças os impactos podem causar, o que se responde através do Modelo de Impacto. O impacto é calculado a partir da comparação da posição de cada ideia (diagrama) sobre o sistema para o qual ele foi proposto, para se verificar se ela está em posição adequada para sua instalação (Fig. 43), ou de cada ideia que foi desenhada para um sistema em relação aos demais sistemas, verificando se ela está criando conflitos com outras temáticas (Fig. 44 e Fig. 45).

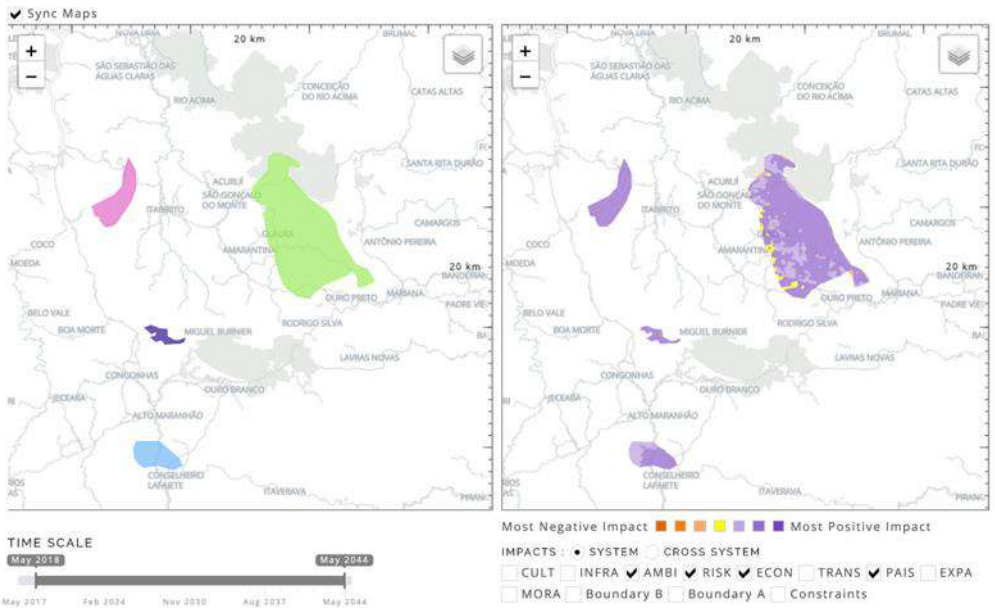


Fig. 43 – Avaliação do impacto das ideias por sistema, e em relação ao próprio sistema. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social e se avaliam diagramas de propostas de temáticas ambientais, riscos, economia e paisagem, verificando que elas estão localizadas adequadamente em relação às suas próprias temáticas. Impactos positivos: roxos, neutros amarelos e negativos alaranjados. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma GeodesignHub.

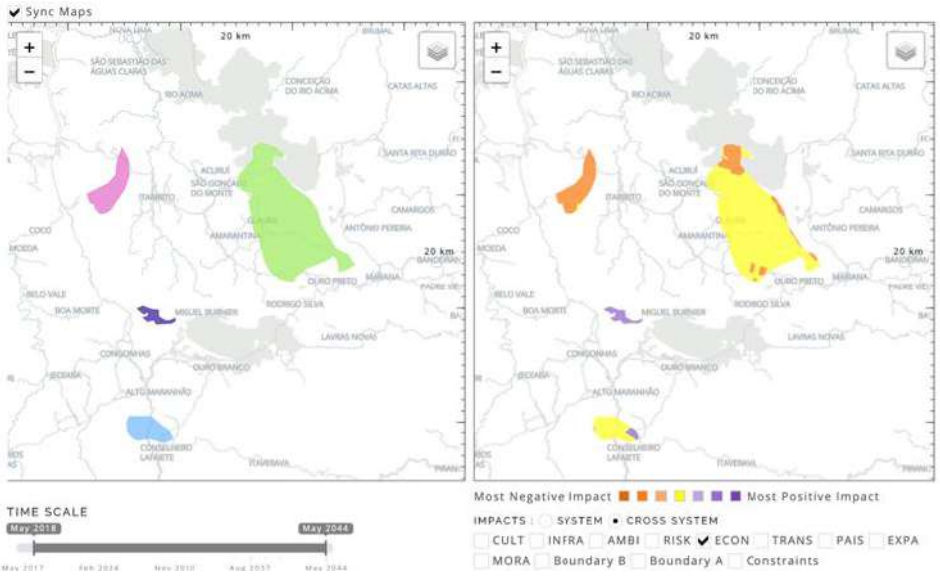


Fig. 44 – Avaliação do impacto das ideias por sistema, e em relação aos demais sistemas. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social e se avaliam diagramas de propostas de temáticas ambientais, riscos, economia e paisagem, verificando que elas estão criando atritos ou conflitos na temática de economia (apenas

a proposta de economia não criou conflito com a própria temática). Impactos positivos: roxos, neutros amarelos e negativos alaranjados. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma GeodesignHub.

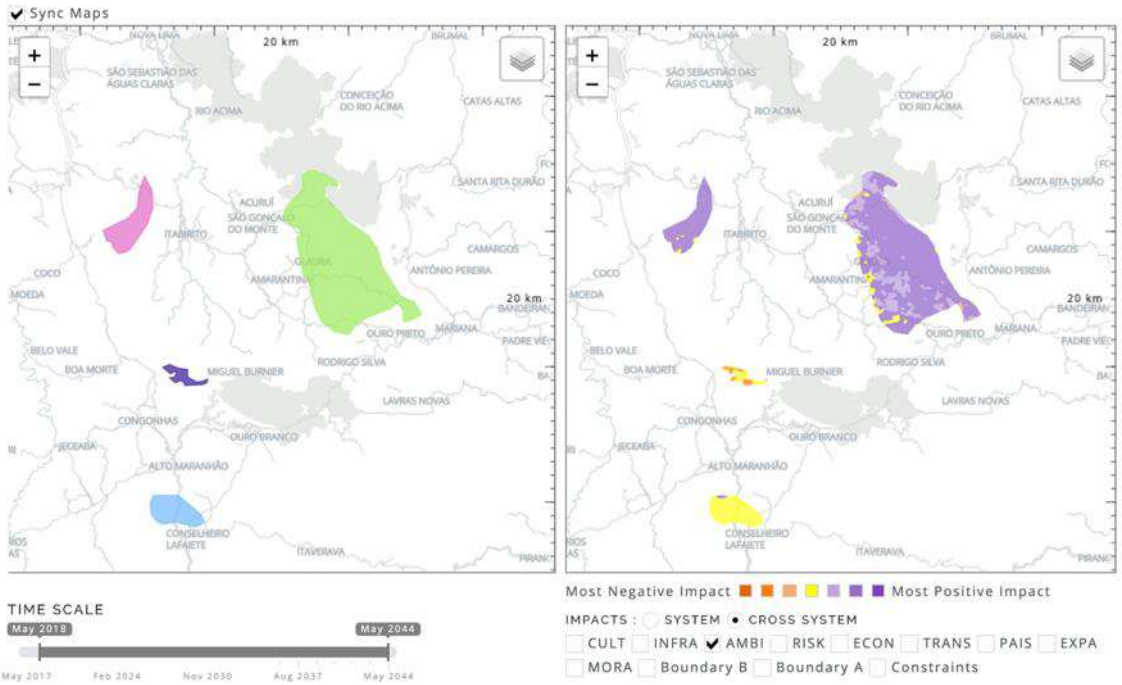


Fig. 45 – Avaliação do impacto das ideias por sistema, e em relação aos demais sistemas. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social e se avaliam diagramas de propostas de temáticas ambientais, riscos, economia e paisagem, verificando que elas não estão criando atritos com o sistema ambiental. Impactos positivos: roxos, neutros amarelos e negativos alaranjados. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma GeodesignHub.

Uma vez criados e avaliados os diagramas, os participantes do workshop são organizados em times, que funcionam como grupos representativos de interesses da sociedade. A exemplo, eles podem ser organizados nos grupos de interesse sobre proteção ambiental, sobre habitação, sobre turismo, sobre cultura, entre outros. Nesta fase se inicia o sexto e último modelo, para responder à pergunta como a área de estudo deve ser alterada, o que é respondido com o Modelo de Decisão. Esse modelo é um conjunto de etapas de negociação, nas quais os participantes escolhem, elaboram e ajustam propostas, compondo o que é chamado de “design”, que funciona como um plano diretor (Fig. 46). As negociações começam com um maior número de grupos, que depois são organizados em um número menor de grupos (por agrupamento a partir da semelhança de ideias), até se chegar à negociação final. (Fig. 47 e Fig. 48).

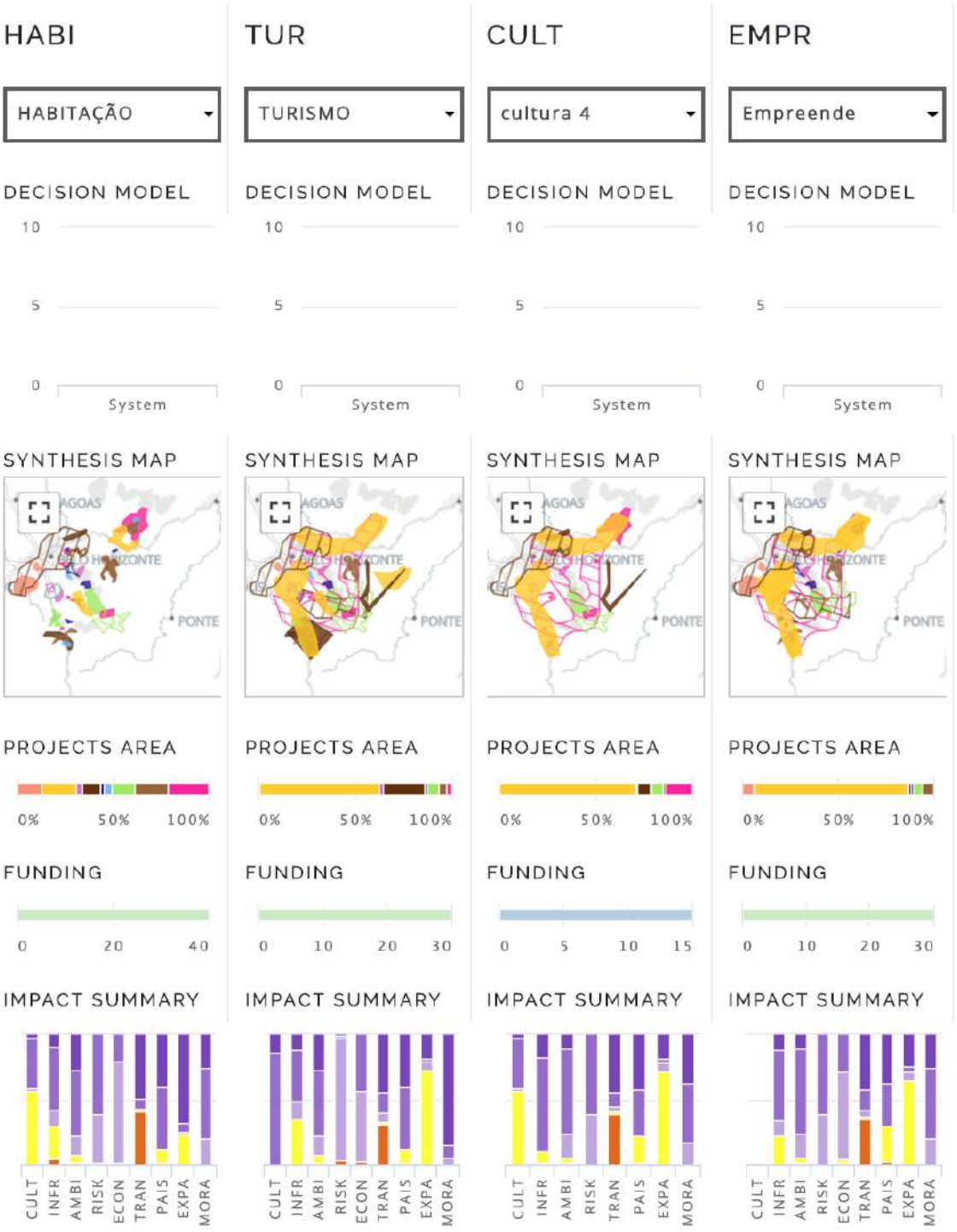


Fig. 46 – A composição de propostas na forma de "designs" por grupo. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social, para o qual foram inicialmente definidos os grupos habitação, turismo, cultura e empreendedorismo. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma GeodesignHub.

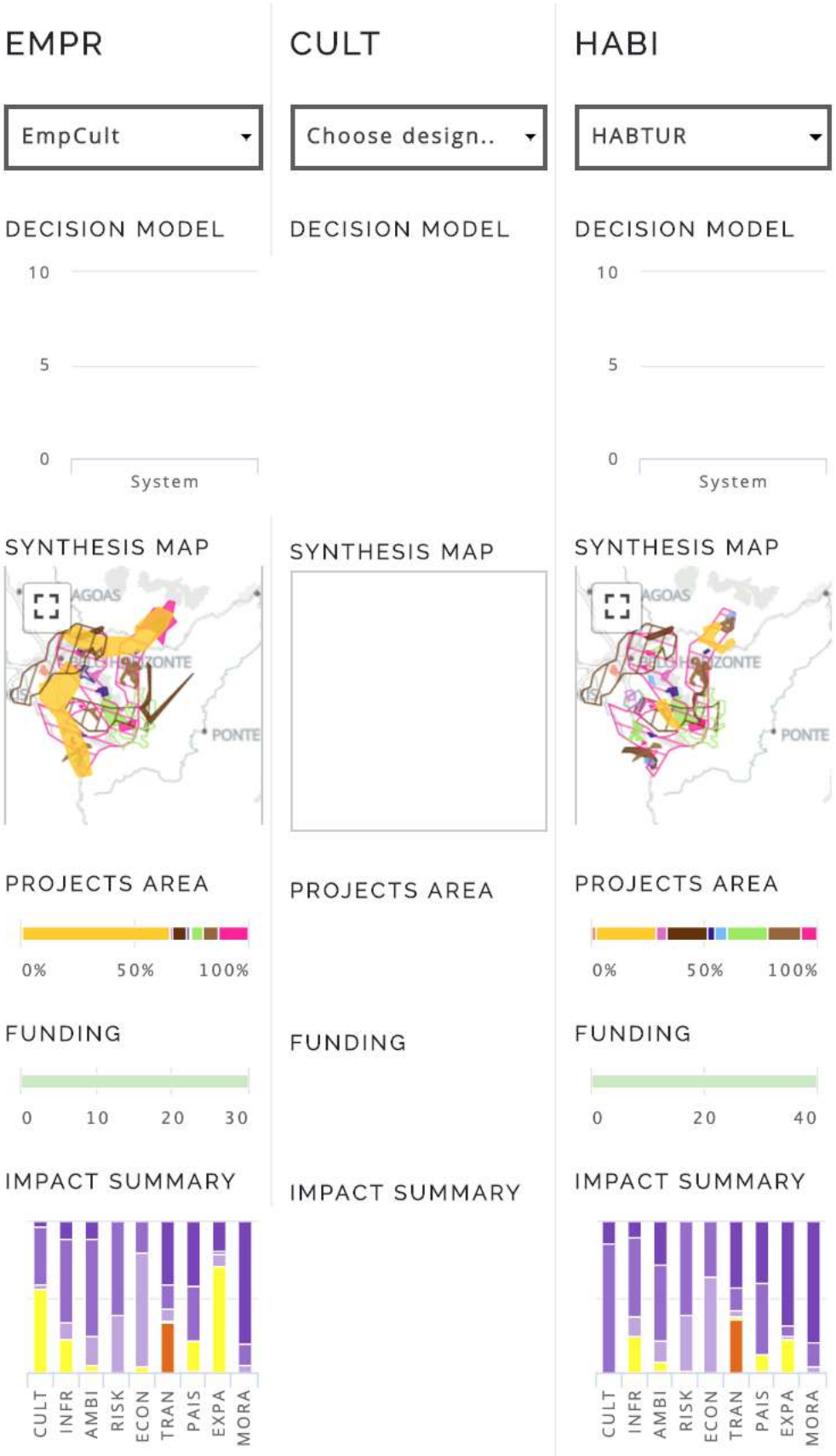


Fig. 47 – O rearranjo dos grupos. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social, quando foram unidos empreendedorismo com cultura e habitação com turismo. Foram feitas negociações e apresentadas propostas de "designs" pelos novos grupos. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma GeodesignHub.

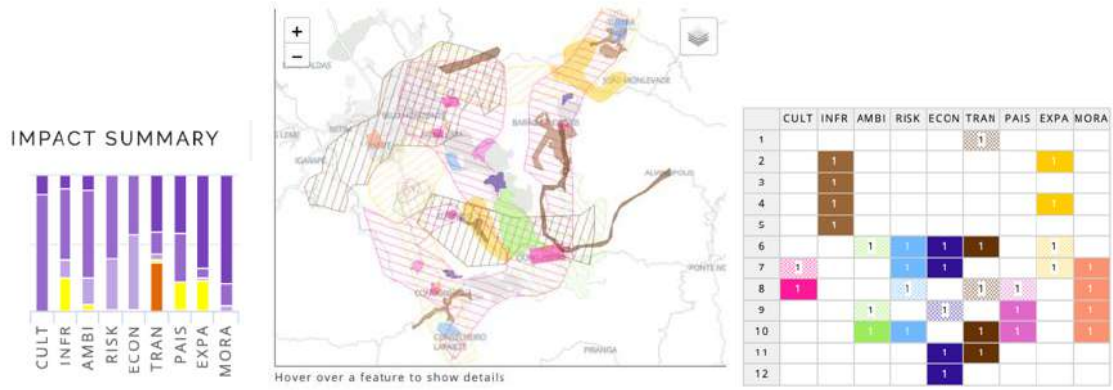


Fig. 48 – O design final negociado. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social, quando foram unidos os dois grupos anteriores e se trabalhou em um único grupo, por negociação. Foi construída a proposta final, por todos os participantes. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma GeodesignHub.

Quando acontece um workshop de Geodesign, para que ele funcione, há muito trabalho anterior ao encontro presencial com os participantes. O coordenador precisa passar por todas as etapas apresentadas no presente artigo que dão suporte aos três modelos iniciais: Representação, Processo e Avaliação. É só apenas depois de ter deixado estes modelos prontos que se pode marcar o workshop presencial, quando então os participantes vão realizar a cocriação de ideias e percorrer os modelos de Mudança, Impacto e Decisão.

Experiências têm sido feitas no intuito de favorecer que os participantes percorram também as etapas pré-workshop. Isto é possível no âmbito acadêmico e técnico, quando os participantes conseguem acompanhar todo a complexa trajetória descrita no presente artigo. É uma oportunidade para o ensino de geoprocessamento, de lógicas conceituais e de modelos matemáticos. Contudo, não faz sentido fazer este percurso com o cidadão comum, mas ele pode ser consultado sobre suas expectativas e valores a serem consideradas na produção dos modelos de Representação, Processos e Avaliação. Temos testado ferramentas *web-based* que podem receber registros de contribuições voluntárias dos cidadãos na forma de *brain-storm* de ideias. Pode ser feito também um *blog* para postagens de reflexões e informações do ponto de vista do cidadão. Depois as manifestações são decodificadas pelos organizadores, que preparam os dados.

Cabe destacar o risco de se produzir Modelos de Avaliação muito complexos, o que em geral acontece no meio acadêmico. Identifica-se que o excesso de detalhamento em geral acontece quando esses modelos não são apenas julgamentos de lugares ótimos para a construção de ideias, mas já são apresentados com caráter propositivo, ou seja: quem elabora o modelo apresenta detalhamentos que atendem à ideia de se colocar um projeto previamente pensado em uma condição e local específicos. É importante entender que os Modelos de Avaliação devem ser os mais básicos possíveis, apenas indicando os lugares aptos a receberem propostas, os não aptos e os onde é necessário porque já existem recursos. A partir daí, são os participantes do workshop que irão decidir o que colocar, onde colocar, como colocar ideias. Modelos de Avaliação complexos e com excesso de informação não funcionam como suporte à construção coletiva de ideias.

O texto colabora com usuários que queiram estruturar seus workshops de Geodesign, mas atende também a qualquer usuário de geoprocessamento que precise realizar análises espaciais, pois ele vai no passo-a-passo de tudo o que se deve pensar e cuidar na realização do estudo.

P.3. O ESTADO-DO-DESENHO – COMO CONDUZIR UM TRABALHO EM GEODESIGN – ORIENTANDO LEITORES QUE QUEIRAM ORQUESTRAR UM WORKSHOP[6]:

O maior desafio dos processos de planejamento territorial, em qualquer escala e qualquer condição do espaço geográfico, é evitar que os planos se tornem apenas peças elaboradas para seguirem protocolos estipulados ou para fazerem parecer que existem ações de planejamento e gestão.

O Brasil avançou bastante na questão legal desde a Constituição de 1988, conhecida como "constituição cidadã", por incluir a obrigatoriedade de aprovação pelos cidadãos em qualquer ação que seja de interesse coletivo, e avançou também na obrigatoriedade de elaboração de Planos Diretores por aqueles municípios que apresentam quadros urbanos complexos que precisam passar por processos de orquestração de seu desenvolvimento, crescimento e necessárias transformações sociais, econômicas e ambientais. A intenção registrada na constituição adquire força de lei a partir do Estatuto da Cidade, Lei 10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamenta o capítulo "Política urbana" da Constituição brasileira. Essa lei institui a obrigatoriedade de Planos Diretores para municípios com mais de 20 mil habitantes, ou pertencentes a regiões metropolitanas ou dotados de paisagens e bens turísticos notáveis. E os planos devem ter caráter municipal, englobando toda a área do município, e não apenas no recorte da área urbana.

Os planos diretores, como leis municipais, precisam passar por aprovação pública e darem ciência à população de suas etapas de elaboração e decisão. Como leis, são acordos compartilhados pela sociedade na qual se definem os limites, estratégias de interesse e registro de expectativas que representem os valores de uma sociedade e de uma época. Em tese, uma vez aplicados eles resultam em nosso registro no território e deveriam conformar o que é a nossa cultura urbana. E o termo "em tese" é porque o que se vê no Brasil é uma expressiva dissociação entre planos e os resultados na paisagem urbana.

Cita-se como exemplo Belo Horizonte, uma capital de cerca de 2,5 milhões de habitantes que nasceu do planejamento urbano nos traços de Aarão Reis nos anos 1985, e inaugurada em 1987, e que sempre teve a tradição de elaboração de planos e cadastros urbanos. Em Belo Horizonte a adesão ao Plano Diretor, registrada em relatório elaborado pela Prefeitura (PBH) sobre o monitoramento dos parâmetros urbanísticos e seus efeitos (2007), que demonstra a baixa taxa de adesão às leis e de aprovação de projetos segundo as normativas em vigência. O relatório indica que o número de projetos aprovados e que constituem a cidade formal é muito inferior ao expressivo crescimento da cidade informal, e como questionamento:

Diante disso, algumas questões se apresentam: até que ponto a Legislação Urbanística efetivamente interfere na construção da cidade como um todo (incluindo a cidade irregular)? Ou melhor, como tornar mais efetiva e acessível não só esta legislação, mas todos os regulamentos e procedimentos que envolvem a construção do espaço urbano? Como incluir na regularidade toda esta parcela marginalizada da população? (PBH, 2007, p. 18).

Em estudos realizados pelo Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG, por meio de artigos, dissertações e teses (MOURA, 2014; ZYNGIER, 2012; ZYNGIER, 2016; HERCULANO, 2018), acredita-se que um dos grandes obstáculos à adoção dos preceitos do Plano Diretor é a falta de

[6] Texto publicado em: MOURA, Ana Clara Mourão. O Geodesign como processo de co-criação de acordos coletivos para a paisagem territorial e urbana. In: LADWIG, Nilzo Ivo; CAMPOS, Juliano Bitencourt (org.). Planejamento e gestão territorial: o papel e os instrumentos do planejamento territorial na interface entre o urbano e o rural. Criciúma (SC): UNESC, 2019. Cap. 1.

compreensão e visualização da informação, seguida da falta de envolvimento do cidadão com as questões da cidade e do aumento da complexidade das normativas que cada vez ficam cada vez mais inacessíveis ao entendimento comum.

O desafio da cidadã já é discutido desde os anos 1960 na Europa e nos Estados Unidos. Entre a bibliografia dessa época, destaca-se a "Escada da Participação" de Arnstein, publicada em 1969. A autora defende que as condições de participação seguem etapas de evolução até se chegar ao que ela considera ideal, e que a passagem entre os níveis cumpre processos evolutivos na sociedade (Figura 1). Segundo a autora, no início acontece a não participação e a população é manipulada ou mesmo passa por um processo terapêutico na qual crê no que é apresentado e delega decisões. A etapa seguinte é denominada tokenismo, na qual se fazem gestos de apenas simbolização de participação que possam levar ao apaziguamento, passando por mecanismos reduzidos de consulta e informação. Para a autora, o real poder do cidadão só acontece quando são estabelecidas parcerias, são delegados poderes e o cidadão assume o controle (Fig. 49).

Fig. 49 – Escada da Participação de Arnstein. Fonte: Arnstein (1969).

Respeitada a importância da obra citada, damo-nos o direito de interpretá-la à luz dos dias atuais e reconhecendo que talvez as simplificações e reduções apresentadas pela autora se explicam por seu apelo didático na forma de apresentar as questões, dando a impressão de que as etapas são excludentes ou que determinados processos seriam sempre negativos. No nosso ponto de vista, a informação é base de tudo, e não deve ser substituída em momento algum, então nunca a colocaríamos associada a processos negativos. Para se oferecer informação, o primeiro passo é investimento em produção de dados, seguido da transformação de dados em informação e do desafio de fazer a informação se transformar em conhecimento.

Partindo da informação produzida por dados, é necessário realizar escutas iniciais para se entender os valores coletivos e se entender a cultura. É necessário identificar o *genius loci*[7] de um lugar e o modo de pensar dos cidadãos segundo os diferentes grupos sociais. As escutas são processos de consultas necessários para que o corpo técnico elabore retratos representativos da realidade, a partir do qual serão iniciados os trabalhos. E isso não tem nada a ver com apaziguamento, como defende Arnstein (1969), mas sim com escuta cidadã. Por outro lado, concordamos plenamente com o papel da parceria e da delegação de poderes, quando os diferentes setores da sociedade devem ser chamados para participarem das discussões em processos de tomada de opiniões e de suporte à tomada de decisões. Mas todos os setores da sociedade contam, entre eles o corpo técnico.

Assim, não defendemos o planejamento urbano apenas no controle cidadão e com exclusão do olhar técnico. Será o técnico, a partir de seu conhecimento especialista, que indicará condições de potencialidades, restrições, vulnerabilidades, riscos, impedimentos legais e condições de exequibilidade dos pontos de vista social/cultural, econômico e ambiental. Será o técnico que irá controlar as condições de qualidade, quantidade e custo. Será o técnico que desenvolverá o detalhamento das propostas a partir da escuta sobre os valores coletivos considerando a durabilidade, a utilidade e a estética. Tudo isto deve ser realizado, obviamente, mediante escuta e participação cidadã. E esse é um desafio contemporâneo. Os desafios a serem considerados no planejamento nessas diferentes escalas são explicados por Steinitz (2017) (Figura 50).

Figura 50 – As escalas de planejamento e o papel do Geodesign. Fonte: Traduzido e adaptado pelas autoras de Steinitz (2017).

Defendemos que existe hoje um novo técnico, que não atua mais apenas de modo autoral, mas sim como um decodificador da vontade coletiva, e para isso precisa desenvolver capacidades de realizar as escutas (MOURA; SANTANA, 2014). A atuação autoral acontece quando, decididas as linhas principais de planejamento estratégico por processos compartilhados com a sociedade, o técnico então usa de criatividade para desenvolver soluções que atendam às expectativas. A atuação como decodificador da vontade coletiva é a orquestração de um processo de codesign, na forma de

[7] *Genius loci* é o sentido de espírito do lugar", o gênio do lugar habitado e frequentado pelo homem. O termo foi amplamente trabalhado por Norberg-Schulz (1980) para explicar a fenomenologia do ambiente que lhe dá identidade, caráter, unicidade.

planejamento estratégico, para o qual cabe muito adequadamente a proposta do Geodesign (MOURA; CAMPAGNA, 2018; ZYNGIER et al., 2017).

Como resposta aos desafios contemporâneos, apresenta-se a proposta do Geodesign, defendida por Steinitz (2010), Miller (2012), Dangermond (2009), Flaxman (2010) e Ervin (2011), entre outros. Segundo Miller (2012), o Geodesign é uma metodologia que se destina a dar suporte à criação de opiniões e à tomada de decisões por processo compartilhado. O sentido do termo "geo+design" é fazer o plano (design) a partir das informações e referências do território (geo). Steinitz (2012; 2017) explica que é planejar para e com o território, em processo participativo. Segundo Flaxman (2010), Geodesign é um método de planejamento que une a criação de propostas de projeto com simulações de impacto informadas por contextos geográficos. Dangermond (2009) defende que o modo como Geodesign é aplicado favorece o envolvimento de planejadores do uso da terra, engenheiros, planejadores de transporte e outros envolvidos com o design usem as ferramentas de informações geográficas em seus fluxos de trabalho de design, considerando plenamente as condições geográficas do território, o que resulta em projetos que simulam as melhores características e funções dos sistemas naturais, beneficiando tanto os seres humanos quanto a natureza por meio de uma coexistência mais pacífica e sinérgica. Ervin (2011) defende que o Geodesign aprimora as atividades tradicionais de planejamento e design ambiental com o poder das modernas tecnologias de computação, comunicação e colaboração, fornecendo simulações sob demanda e análises de impacto para fornecer uma integração mais eficaz e responsável do conhecimento científico e valores sociais no design de futuros alternativos.

Entendemos o Geodesign como um método baseado nas potencialidades dos Sistemas de Informações Geográficas, que nos permite realizar um processo colaborativo de decisões na forma de codesign, ou seja, na construção coletiva de um plano de ideias para um território. As potencialidades do SIG são utilizadas nas diferentes etapas do processo, desde a caracterização da realidade investigada até a construção de ideias e a simulação dos resultados que podem ser obtidos a partir do(s) plano(s) elaborado.

Um grupo técnico pode propor um processo de Geodesign que seja um roteiro metodológico que passe por essas três etapas, usando os aplicativos de tecnologia de geoinformação que lhes convier. Podem ser usados aplicativos de geoprocessamento para aplicação de modelos de distribuição de dados no território e para a combinação de camadas de informação que resultem em sínteses diagnósticas da área de estudo. Podem ser usados aplicativos armazenados na web para a etapa de cocriação de decisões e propostas mediante as informações recebidas na etapa anterior, e podem ser usados recursos de cartografia dinâmica para a visualização *if-then* das propostas elaboradas. Contudo, nada impede que uma ou todas as etapas aconteçam com o uso de recursos analógicos, em material impresso.

Entre os roteiros metodológicos mais utilizados está o de Steinitz, que o publicou no livro *A framework for Geodesign* (2012) O autor separa as etapas de trabalho em seis, na forma de modelos. Três delas devem ser cumpridas como etapas preparatórias para um workshop, elaborados pelo corpo técnico mediante ou não consulta aos cidadãos, dependendo da expertise dos envolvidos e do conhecimento sobre os desafios do estudo de caso (Modelos de Representação, Processos e Avaliação). Vencidas as etapas de preparo, são elaboradas mais três etapas, que acontecem durante um workshop de planejamento participativo para o qual são convidados os diferentes grupos de interesse no estudo de caso (Modelos de Mudança, Impacto e Decisão) (Figura 51).

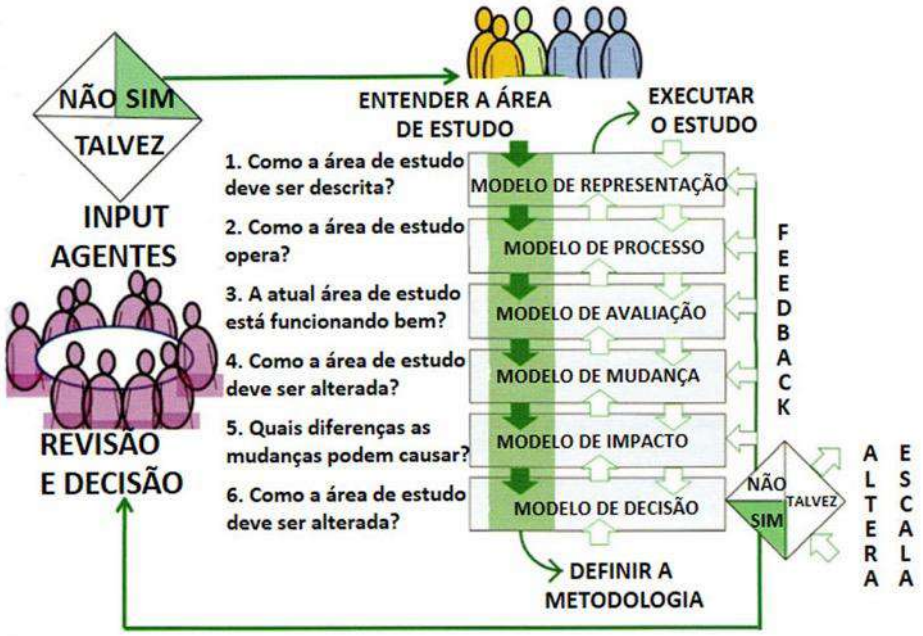


Figura 51 – A proposta metodológica de Steinitz. Fonte: Steinitz (2012).

O arcabouço proposto por Steinitz (2012) propõe que se passe pelos seis modelos, que respondem a seis perguntas. A primeira pergunta é sobre como a área de estudo deve ser descrita e, para respondê-la, os organizadores devem organizar e produzir uma coleção de dados sobre as principais características da área de estudo, considerando suas potencialidades e vulnerabilidades. A segunda pergunta é sobre como a área de estudo opera, e isso é respondido produzindo mapas, a partir dos dados do modelo anterior, que demostrem como as ocorrências ou fenômenos se distribuem no território. A terceira pergunta resulta em um julgamento, pois o objetivo é responder se a área de estudo está funcionando bem, o que é obtido na produção de mapas que indicam os principais problemas ou potencialidades já foram resolvidos ou aproveitados, onde não cabem propostas sobre uma temática e onde e em que nível são necessárias propostas para enfrentamento de problemas ou para aproveitamento de condições existentes.

Quando se termina o preparo dos três modelos, o corpo técnico organiza um workshop para a etapa de coconstrução de ideias junto a diferentes grupos de representantes da sociedade. A primeira etapa dos trabalhos presenciais do workshop consiste na aplicação do Modelo de Mudança, na qual os participantes propõem ideias de políticas e projetos para a área em estudo, propostas estas desenhadas na forma de polígonos georreferenciados. Essas ideias são avaliadas por meio do Modelo de Impacto, que permite verificar se elas estão em conformidade com as necessidades e potencialidades da área, assim como se podem criar conflitos com outros interesses para a área. Finalmente, na etapa final, é construído coletivamente um design final, que é o Modelo de Decisão.

Steinitz (2012) orienta que, muitas vezes, é necessário passar pelos seis modelos três vezes. A primeira tem como objetivo entender a área de estudo, e deve ser vista como uma primeira aproximação, um primeiro resultado. A partir da avaliação e críticas à primeira experiência, o corpo técnico faz revisões e calibração dos modelos, por ajustes na metodologia, preparando-se para uma nova rodada de interface com a comunidade, que é considerada a terceira e última iteração e cujo resultado favorece se executar o estudo.

O Geodesign tem se mostrado como um método, apoiado por tecnologia de geoinformação e compartilhando de dados, informações e produção de conhecimento sobre o território, cujo resultado final é um acordo coconstruído, retrato dos valores cidadãos. Nesse sentido, ele é um suporte para a produção coletiva de Planos Diretores que possam, de fato, ser representativos do que a sociedade espera e aceita para um território. A expectativa é que, ampliando as condições de visualização, compreensão e escuta, o Plano Diretor deixe de ser uma mera peça de ficção realizada para se cumprir leis, e se torne um acordo compartilhado pela sociedade que garanta os valores sociais e culturais, as necessidades ambientais e as expectativas econômicas. Como planejamento estratégico, o processo permite que se decida coletivamente sobre quantidades, qualidades e valores que traduzam uma cultura.

p.3.1. O preparo para um workshop: modelos de representação, processo e avaliação

O primeiro passo é a decisão sobre as características principais de um território, que devem ser organizadas na forma de sistemas. Para cada sistema, é necessário pensar quais seriam as variáveis principais que o comporiam e realizar amplo trabalho de coleta e organização de dados. Quando a área de análise possui uma infraestrutura de dados espaciais (IDE), disponível na web, o trabalho é bastante facilitado, pois os organizadores buscam ali os dados oficiais de trabalho. Fontes de dados de livre acesso são extremamente importantes, com destaque para as imagens de satélite que favorecem a classificação das condições de cobertura do solo (a exemplo, imagens Sentinel e RapidEye, a primeira de livre acesso pelo projeto Copernicus e a segunda com acesso possível com autorização do Ministério do Meio Ambiente).

Os dados podem ser vetoriais ou matriciais, relativos a definições administrativas (quadras, lotes, edificações, setores censitários, zoneamentos, trechos de vias), infraestrutura (redes), equipamentos (serviços públicos), condições ambientais (APPs, parques, recursos hídricos), condições físicas (riscos geotécnicos, declividades, hidrografia), cobertura do solo (cobertura vegetal, área antropizada, condições específicas), uso do solo (distribuição de comércio, indústria) e valores culturais (campo de visada, patrimônio cultural), entre outros.

Os sistemas mais comumente utilizados são os seguintes, podendo acontecer variações de acordo com as características do lugar e dos objetivos do Geodesign: GREEN (áreas verdes), BLUE (recursos hídricos e tudo relacionado às águas, tanto correntes e dormente como as oriundas das chuvas), HOUSING (habitação, discutindo possibilidades de criação de novas áreas ou de transformação das condições de suporte das ocupações já existentes), INDUSTRY (para a discussão das áreas capazes de receberem atividades de produção de bens, lembrando que não são necessariamente fábricas, e que a tipologia ou padrão poderão ser objeto de discussão nas proposições), COMMERCE (comércio, quando se elaboram propostas de criação de novas centralidades, de requalificação de áreas existentes ou eventualmente de uso misto ou de condições especiais), AGRICULTURE (agricultura, que pode ser trabalhada nas diferentes tipologias, a serem propostas e discutidas no workshop, podendo ser desde comunidades agrícolas a hortas urbanas), ENERGY (um sistema que visa provocar a elaboração de ideias alternativas para se pensar energias alternativas, formas diferenciadas de ocupar o território de modo sustentável, a exemplo de soluções por energia solar, biomassa, eólica, entre outras), TRANSPORT (transporte, para se discutir as melhores localizações para os diferentes modais, sejam eles ciclovias, novas vias rápidas, rodovias, eixos de transporte coletivo, estruturas de suporte ao usuário) e INSTITUTIONS (sistema para se discutir e propor estruturas de serviços públicos de caráter institucional).

Dependendo das características e necessidades da área, o HOUSING (habitação) pode ser dividido em dois sistemas: o LOW DENSITY e o HIGH DENSITY HOUSING (para se separar as discussões sobre área

de alta e baixa densidade). Pode-se também propor o sistema MIX, para uso misto. No caso dos estudos em Minas Gerais, sempre incluímos o sistema CULTURE para se dar atenção especial a estudos relacionados à paisagem cultural, patrimônio histórico, áreas que requerem ações particulares pelo valor cultural.

O método indica o uso de até 10 sistemas, não sendo obrigatório usar o valor máximo. Tem sido estratégico criar um sistema denominado OTHERS (outros) no qual os usuários podem registrar ideias de temáticas que eles pensam que não caberiam em nenhum dos sistemas previamente pensados. A definição do sistema "outros" é também estratégica, pois o participante entende que os organizadores não estão fechando as discussões a um conjunto de temáticas, mas estão abertos a ouvirem propostas sobre as mais diferentes questões.

Temos experimentado o processo de apresentação de um conjunto de dados iniciais sobre a área, a um grupo de colaboradores que estruturam os modelos que antecedem o workshop. A organização do estudo de caso prepara os Modelos de Representação, na forma de muitos mapas com as variáveis principais que caracterizam a área, e os apresenta como coleção de mapas disponibilizados via web (em WebMaps) (Figura 52), via *desktop* (para uso em Sistemas de Informações Geográficas) (Figura 53), em PDFs para consulta visual da coleção de variáveis distribuídas no território (Figura 54), ou mesmo em mapas impressos. (Figura 55).

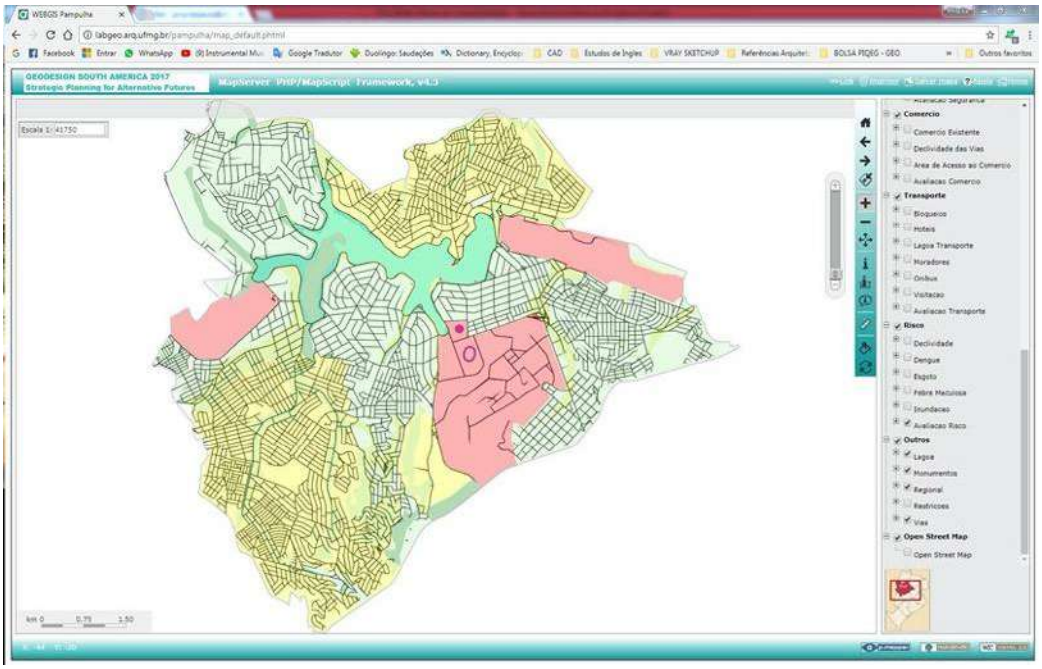


Figura 52 – Exemplo de fornecimento de informações em mapas no WebMap, via web. Estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2017).

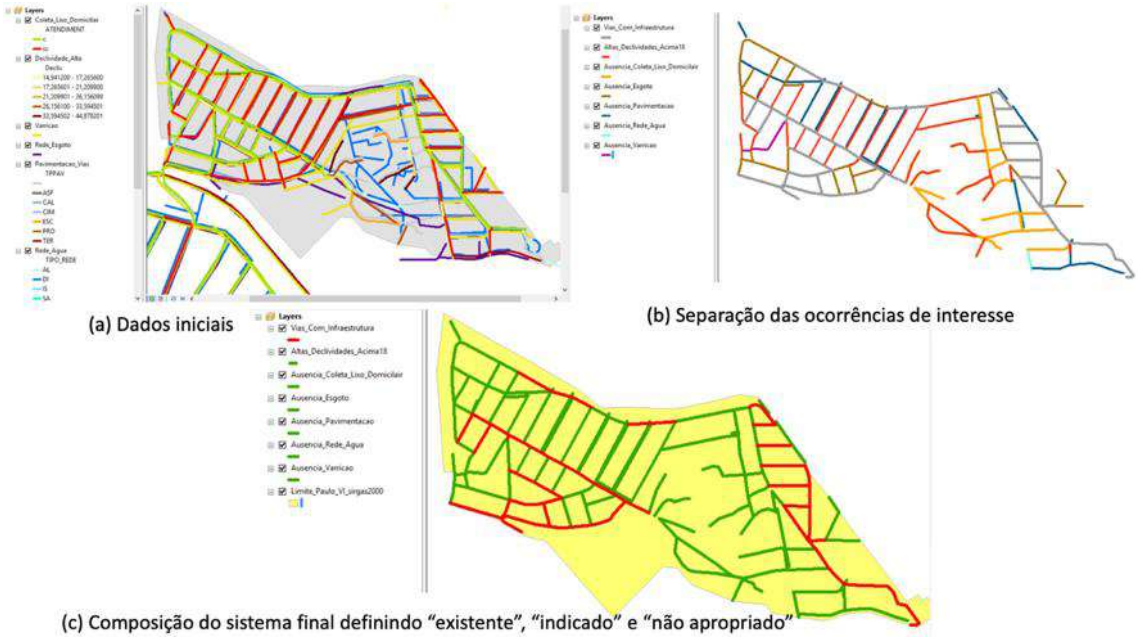


Figura 53 – Exemplo de fornecimento de informações em mapas em aplicativo desktop, para uso em Sistema de Informações Geográficas: (a) dados iniciais, (b) separação das ocorrências de interesse pelos participantes, (c) composição do sistema identificando condições classificadas como "existente", "indicado" e "não apropriado". Estudo de caso Conjunto Paulo VI. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2018).

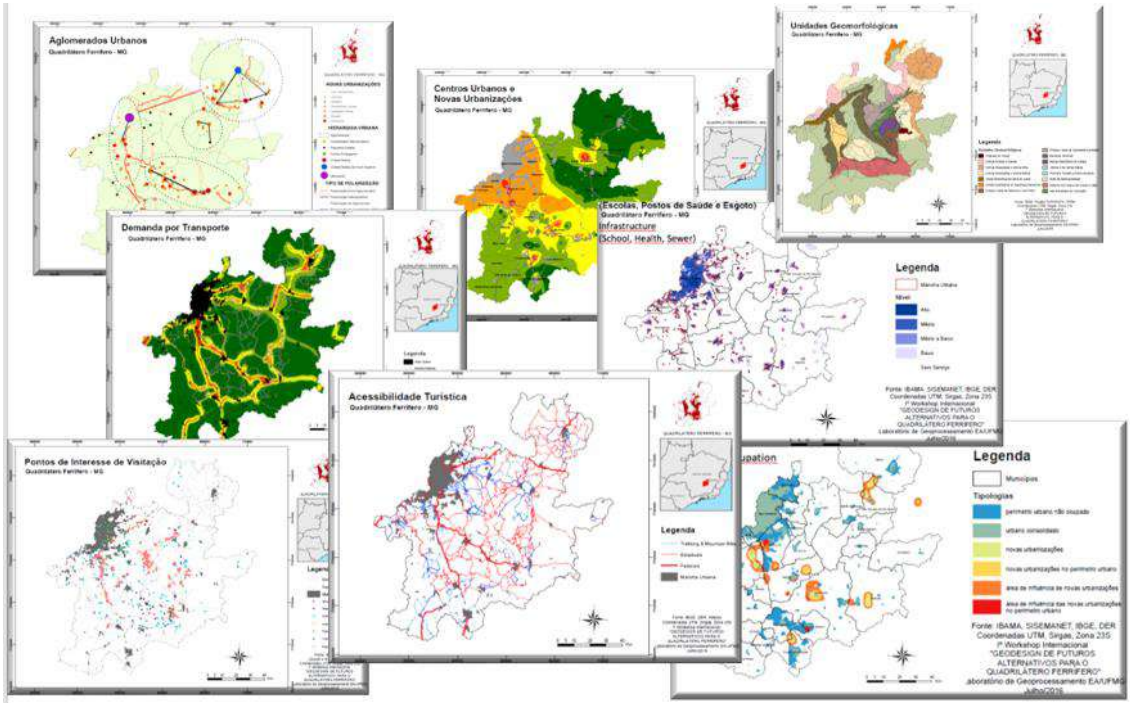


Figura 54 – Exemplo de fornecimento de informações em mapas organizados em PDF, para visualização das variáveis principais devidamente simbolizadas. Estudo de caso Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2016).

Figura 55 – Exemplo de fornecimento de informações em mapas impressos. Estudo de caso Regional Pampulha. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2016).

Os colaboradores da organização são expostos a um conjunto de dados sobre a área e nos auxiliam na decisão sobre quais variáveis devem ser consideradas ao se compor um sistema para o Geodesign. Como exemplo, pode-se indicar que, para a composição de um sistema de GREEN, devem ser consideradas as variáveis de APPs (declividades acima de 30%, faixas de domínio de corpos-d'água e cabeceiras, topos de morro), ZPAMs e parques, e mapeamento de condições da cobertura vegetal existente (separando por tipos ou por padrões de vegetação rasteira, arbustiva e arbórea).

Definidas as variáveis, a equipe de geoprocessamento transforma os dados (Modelos de Representação) em informações, por meio de Modelos de Processos, que têm como objetivo demostrar como as variáveis se comportam no território: suas concentrações, ausências, padrões de distribuição. Diante dessas informações, os colaboradores da organização escolhem as variáveis e suas respectivas condições que são indicativos de onde estão as fragilidades ou as potencialidades da temática, e dão suporte à decisão sobre onde se devem propor ideias de projetos e políticas para a temática. Esse produto é um julgamento, que resulta no "Modelo de Avaliação" da área (Figura 56).

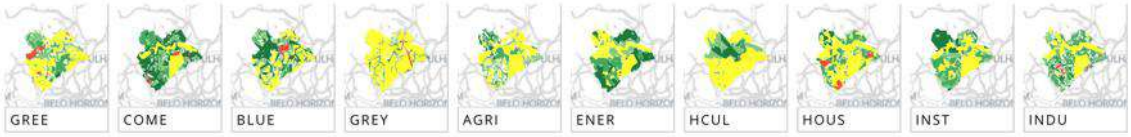


Figura 56 – Exemplo de Modelos de Avaliação – Estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2017).

Os Modelos de Avalição são julgamentos que indicam onde a área funciona bem e já existem recursos da temática em análise, onde não cabem propor ideias sobre aquela temática pois será gasto de recursos ineficientes, e onde são esperadas ideias para projetos e políticas para resolverem as necessidades ou aproveitarem as potencialidades de uma área. Steinitz (2017) indica que são usadas cinco cores: vermelho para "Existing" ("existente", em que as necessidades já foram supridas e não são necessários novos investimentos), amarelo para "Inappropriate" ("inapropriado", em que não cabem propostas sobre e temática por ser, por algum motivo, inútil investir ali em questões da temática em específico), e três tons de verde: "Capable", "Suitable" e "Feasible" (indicando algum interesse, médio interesse e alto interesse para propostas sobre a temática). Os mapas, que são

denominados sistemas por serem resultado da combinação de muitas variáveis, apresentam a mencionada relação de cores porque têm como função orientar os participantes do workshop sobre onde é mais indicado que eles proponham ideias de projetos e políticas para a temática correspondente (Figura 57).

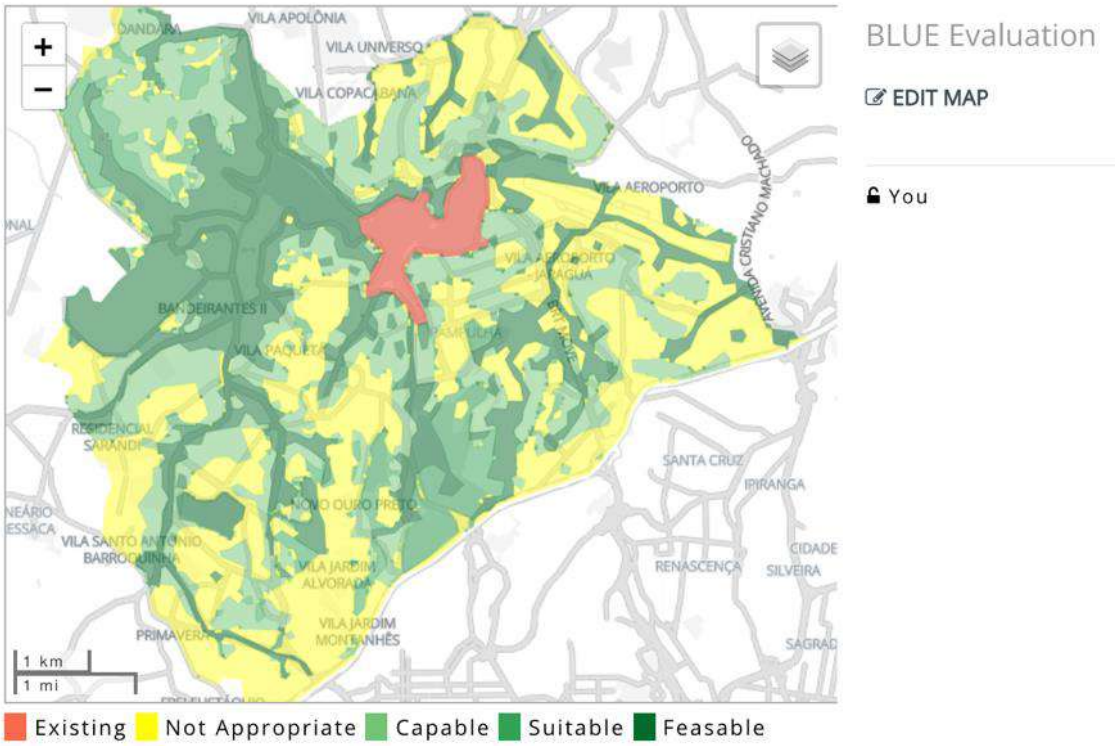


Figura 57 – Exemplo de Modelos de Avaliação do sistema “BLUE” – Estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2017).

Das experiências que já tivemos de preparo e participação direta de workshops de Geodesign no Brasil e na Europa, que somam até hoje 13 no Brasil e sete na Europa, observamos que há uma significativa diferença dos participantes brasileiros em relação aos europeus na etapa em que são expostos aos mapas que compõem os Modelos de Avaliação. Os europeus aceitam tranquilamente os mapas como produto de estudos por especialistas e já iniciam as etapas de discussão e proposição de ideias tão logo são expostos aos sistemas do workshop. Os brasileiros iniciam uma longa discussão, questionando a forma como foram elaborados os sistemas e sobre como se chegou às sínteses apresentadas, o que prejudica a dinâmica dos trabalhos e retarda a etapa propositiva do workshop.

Para atender às condições culturais dos brasileiros, que são mais discursivos e menos propositivos, foram realizados investimentos no preparo das dinâmicas de produção dos Modelos de Avaliação de modo a envolver os participantes ou pelo menos um grupo significativo de colaboradores da organização, para que seja possível dar mais ciência de todo o processo. Investimentos significativos foram realizados na produção de scripts de programação que facilitassem a visualização sobre a transformação de um grupo de variáveis em uma combinação por análise de multicritérios, tanto por pesos de evidência como por análise combinatória, para que os usuários entendessem como é elaborada uma síntese que resulta em Modelo de Avaliação, e pudessem também eles mesmos fazerem seus experimentos e chegarem a seus resultados.

Entre os processos testados, investimos na captura VANT (por drone) e modelagem 3D para o favorecimento de compreensão do território e desenvolvimento da relação mapa representado & mapa mental & realidade (MONTEIRO et al., 2018). O processo favoreceu que o primeiro contato dos

participantes fosse com o modelo 3D, no qual eles navegaram e se sentiram mais seguros para enxergarem seu território de diferentes posições, inclusive de topo, e foram orientados a usarem os mapas entendendo as posições relativas dos elementos. A visualização drone promoveu interesse na participação e conforto de uso das informações fornecidas em mapas (Figura 58).

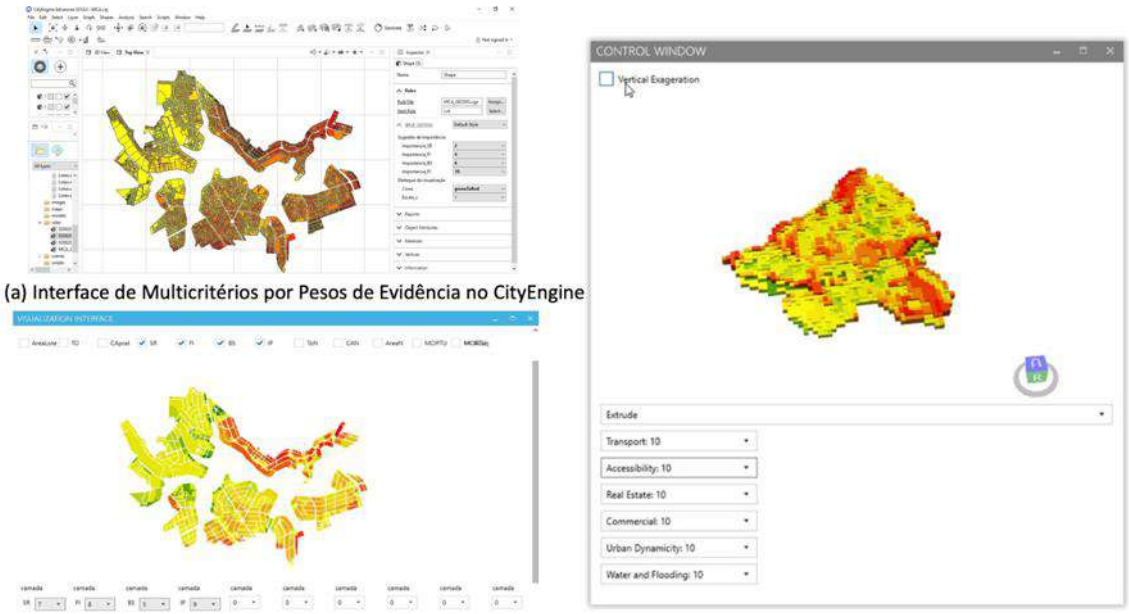
Figura 58 – O uso da captura VANT (drone) e construção do modelo 3D como facilitador da compreensão sobre o território e sobre os Modelos de Avaliação. Estudo de caso Dandara. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2017).

Realizamos também investimentos na produção de WebGis para que os usuários pudessem ter acesso à coleção de dados iniciais e entendessem a composição dos mapas de síntese. No experimento do estudo de caso Faenza, os participantes receberam previamente um link com o WebGis e foram solicitados a escrever um parágrafo sobre suas compreensões sobre as potencialidades e vulnerabilidades do território por sistema, a partir das compreensões obtidas no uso da plataforma. Foram também solicitados a registrarem uma lista de ideias a serem propostas. A coleção de registros gerou nuvem de palavras que traduziam a essência das questões a serem enfrentadas e a lista de ideias ajudou significativamente a etapa propositiva do workshop (MOURA; TONDELLI; MUZZARELLI, 2018) (Figura 11). Os testes com o WebGis (que permite consultas mais complexas) e com o WebMap (que permite consultas a atributos) foram também realizados nos estudos de caso Dandara (MONTEIRO et al., 2018) e Pampulha (PAULA et al., 2018).

Figura 59 – Exemplo de uso do WebGis para compreensão e extração de informação sobre os Modelos de Avaliação: (a) os participantes analisam as camadas de informação por sistema e registram suas observações em um web-questionário; (b) os dados inseridos no web-questionário resultam em nuvem de palavras destacando os aspectos principais observados por sistema; (c) as ideias registradas no web-questionário são compartilhadas no workshop. Estudo de caso Faenza, 2017. Fonte: Moura, Tondelli e Muzzarelli (2018).

Finalmente, os investimentos mais robustos para envolvimento dos usuários nas decisões foram os estudos relativos a "*visual-driven*". O objetivo foi facilitar que os usuários entendessem como é feita uma combinação de variáveis para que elas resultassem em uma síntese de Modelo de Avaliação, empregando a análise de multicritérios por pesos de evidência ou por análise combinatória. Ao favorecermos que os usuários realizem individualmente suas teses, a expectativa é que eles entendam ou mesmo opinem na composição dos mapas dos sistemas, e que participem mais tranquilamente do workshop, dedicando-se com mais segurança nas etapas propositivas.

Na análise de multicritérios por pesos de evidência, o resultado final é um índice que ranqueia as áreas segundo a mais indicada até a menos indicada para algum motivo de investigação. Ela é realizada aplicando pesos e notas para as variáveis, e, como o processo é complexo para a compreensão dos usuários, desenvolvemos protótipo de cartografia dinâmica que apresenta o resultado dos valores escolhidos pelo usuário a partir de mudanças que ele testa na interface interativa (Figura 60). Já desenvolvemos aplicativos com o uso do CityEngine e com o uso do Grasshopper/Rhino 3D (MOTTA; MOURA; RIBEIRO, 2017; MOURA et al., 2018).



(a) Interface de Multicritérios por Pesos de Evidência no CityEngine

(b) Interface de Multicritérios por Pesos de Evidência na janela criada pelo *Human UI,* programação no Grasshopper/Rhino 3D.

Figura 60 – Exemplos de interfaces para construção dinâmica de Análise de Multicritérios por Pesos de Evidência, nas quais o usuário altera valores e obtém de modo interativo o mapa resultante: (a) exemplo no CityEngine; (b) exemplo no Grasshopper/Rhino 3D, interface Human UI. Fonte: Motta, Moura e Ribeiro (2017); Moura et. al. (2018).

Na construção de mapas de sistemas, que são os Modelos de Avaliação, alguns mapas são feitos pela lógica de Pesos de Evidência, mas é mais comum o uso de análise combinatória, na qual os usuários escolhem as variáveis que interferem no julgamento de potencialidades e vulnerabilidades do território, e promovem suas sobreposições por combinação de fatores (ROCHA; CASAGRANDE; MOURA, 2018).

No exemplo a seguir, explicamos os passos nos quais a equipe organizadora preparou Modelos de Representação (separação de dados sobre as variáveis principais para o sistema) e construiu Modelos de Processos (elaborou mapas que demonstram como as variáveis se distribuem no território) (Figura 61). Esses dados e informações foram submetidos aos participantes, que ajudaram na definição das áreas de interesse para o sistema (Figura 62). As sugestões dos participantes são os julgamentos do Modelo de Avaliação, nas cores vermelho (condição existente), amarelo (áreas inapropriadas) e em tons de verde (áreas mais indicadas, de medias condições e com alguma condição) (Figura 63). O exemplo escolhido foi o estudo de caso do sistema GREEN para a Regional Pampulha, em Belo Horizonte.

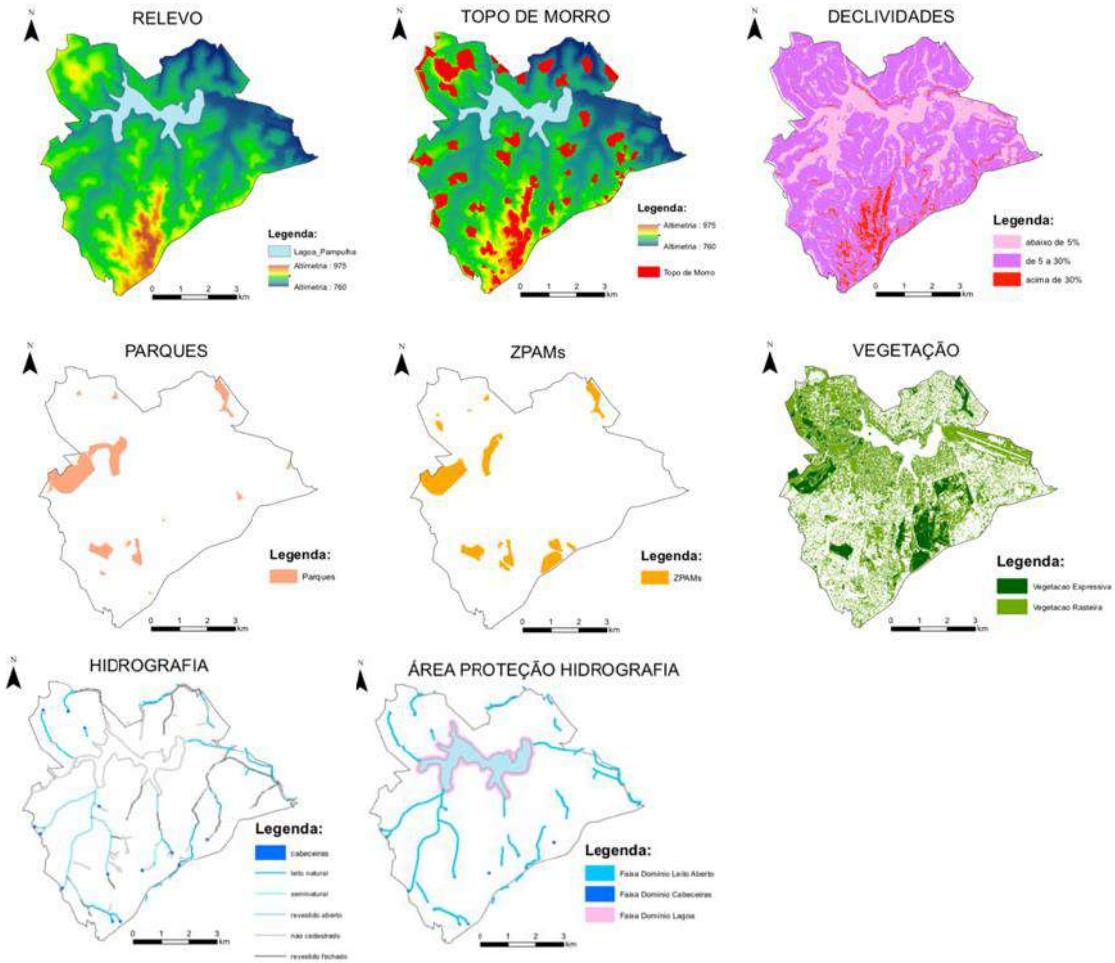


Figura 61 – Inicialmente, o usuário recebe informações sobre a realidade do território. Estudo de caso do sistema GREEN. Estudo de caso regional Pampulha. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

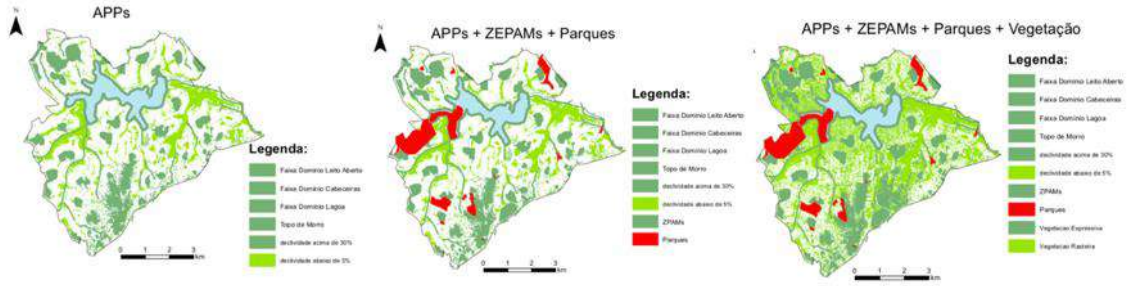


Figura 62 – O usuário então começa a definir as variáveis e sua ocorrências de interesse para os sistema GREEN. No exemplo, ele destaca as áreas de APPs, depois associa a elas as ZEPAMs e os parques, e depois associa ao mapa anterior às características da vegetação existente. Estudo de caso regional Pampulha. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

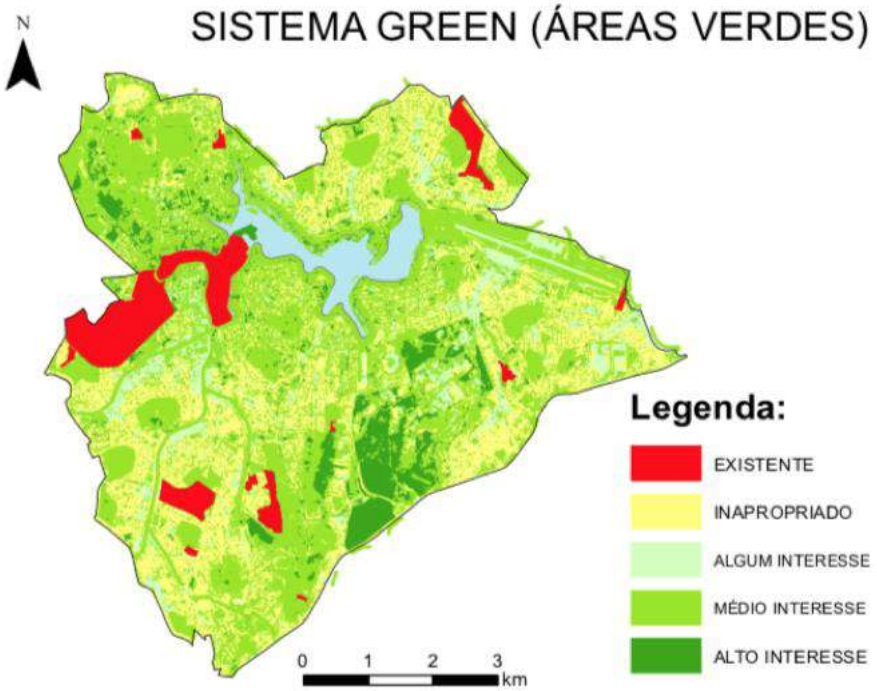


Figura 63 – Mapa final do sistema GREEN, resultante do Modelo de Avaliação que demonstra as condições das áreas para receberem projetos e políticas de áreas verdes. Produção por Análise Combinatória de camadas de informação. Estudo de caso Regional Pampulha. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

p.3.2. O preparo para as decisões do workshop: modelo de impacto

O processo de Geodesign pode ser elaborado em diferentes mídias e plataformas. No início, Carl Steinitz utilizava processos analógicos de apresentação de mapas e de composição de combinações e arranjos, por mapas impressos de desenhos manuais sobre os mapas na forma de transparências (STEINITZ, 2012). A partir de 2015, por meio da tese de doutorado de Hrishikesh Ballal (2015), orientada por Steinitz (Ballal e Steinitz, 2015), o Geodesign passou a contar com uma plataforma web-based que favorece o desenvolvimento de todas as etapas do processo: o GeodesignHub®[8]. Contudo, a partir de planejamento de processos é possível usar também outras plataformas digitais, mas caberá ao organizador avaliar como contemplar cada passo das atividades para que os participantes tenham acesso à informação, possam elaborar propostas e realizar as combinações de ideias, para a cocriação de propostas para o território em análise.

Dando continuidade aos preparos para o Geodesign, além dos sistemas, compostos como Modelos de Avaliação, e de um pequeno conjunto de mapas complementares que favorecem a visualização (a exemplo recursos hídricos, limites administrativos, rede viária, sub-bacias, entre outros), o grupo organizador do workshop deve preparar também dados para que seja executado o Modelo de Impacto. Os impactos são calculados segundo os conflitos de interesse entre sistemas, segundo os custos de cada proposta e segundo a expectativa de metragem esperada para o conjunto de novos projetos por sistema.

O preparo da matriz de conflitos de interesses, chamada de *Cross System Impact Model* no Geodesign, é fundamental para que durante o workshop sejam calculados automaticamente os impactos das

[8] Plataforma web-based desenvolvida por Ballal. Disponível em: <*https://www.geodesignhub.com*

propostas elaboradas, o que é base para discussões e decisões. É indicado que o organizador preencha essa tabela juntamente com os participantes, em algum processo de escuta ou decisão compartilhada. Já testamos o método Delphi, no qual os participantes dão suas opiniões individualmente, a partir das quais são geradas médias que são apresentadas a todos, que têm então a oportunidade de rever suas posições em uma segunda rodada de opiniões, cuja média final é adotada como resultado de maximização de consenso (MOURA; TONDELLI; MUZZARELLI, 2018). Já testamos também preencher a tabela juntamente com os participantes, o que requer mais traquejo para ouvir e agrupar decisões, mas chega a melhores resultados, pois o condutor tem a oportunidade de explicar melhor a lógica para os participantes, ao passo que o Delphi, em geral, é feito individualmente com limitações de recebimento de orientações.

No *Cross System* deve ser informado o que significa propor projetos de uma temática em área que é do interesse de outra temática, classificando se o impacto é muito positivo (roxo escuro), positivo (roxo claro), neutro (amarelo), negativo (laranja claro) ou muito negativo (laranja escuro). A exemplo, na primeira linha da matriz: propor projetos de interesse do GREEN é muito positivo em posições de interesse do sistema BLUE e do sistema ENERGY, é positivo nos sistemas AGRICULTURE e HISTORICAL-CULTURAL, é neutro para sistema INSTITUCIONAL (instituições), mas é muito negativo, pois traz conflitos territoriais se for proposto em locais de interesse do GREY (transporte), do HOUSING (habitação), da INDUSTRY (das atividades de produção industrial) ou que seriam de interesse de incremento do COMMERCE (comércio). Na linha seguinte, é indicado que propor projetos de BLUE é muito positivo para os sistemas verde e agricultura, é positivo para os sistemas histórico-cultural, institucional e comércio; é neutro para o sistema indústria; é negativo e cria conflitos para o sistema habitação; e é muito negativo criando muitos conflitos para o sistema de transporte. Os julgamentos dependem de conhecer bem o território e suas vulnerabilidades e potencialidades, e não é fácil tomar decisões no preenchimento desta tabela (Figura 64).

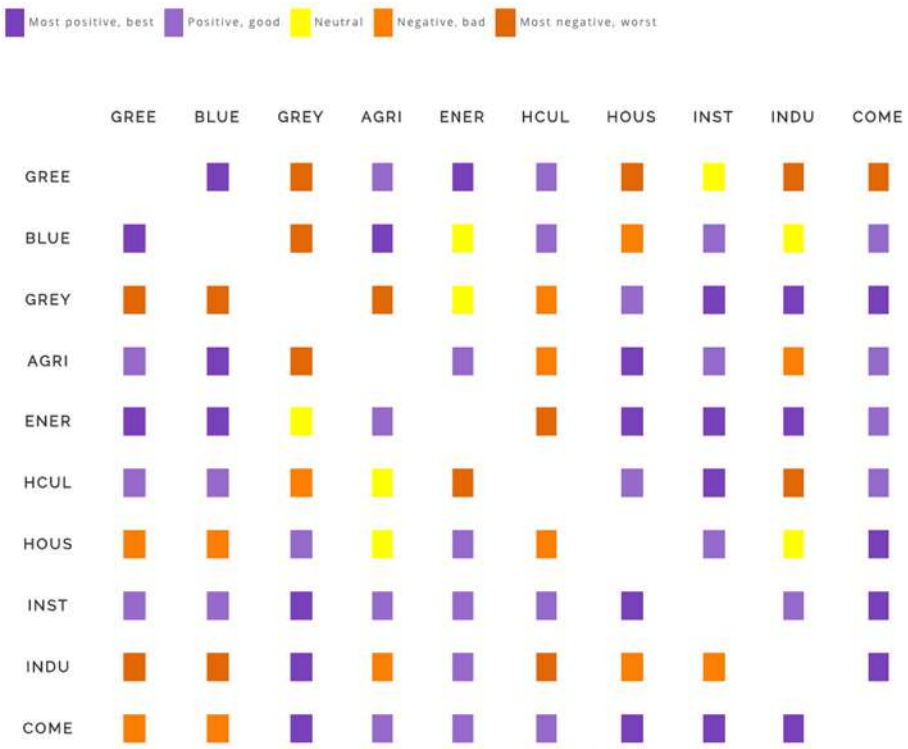


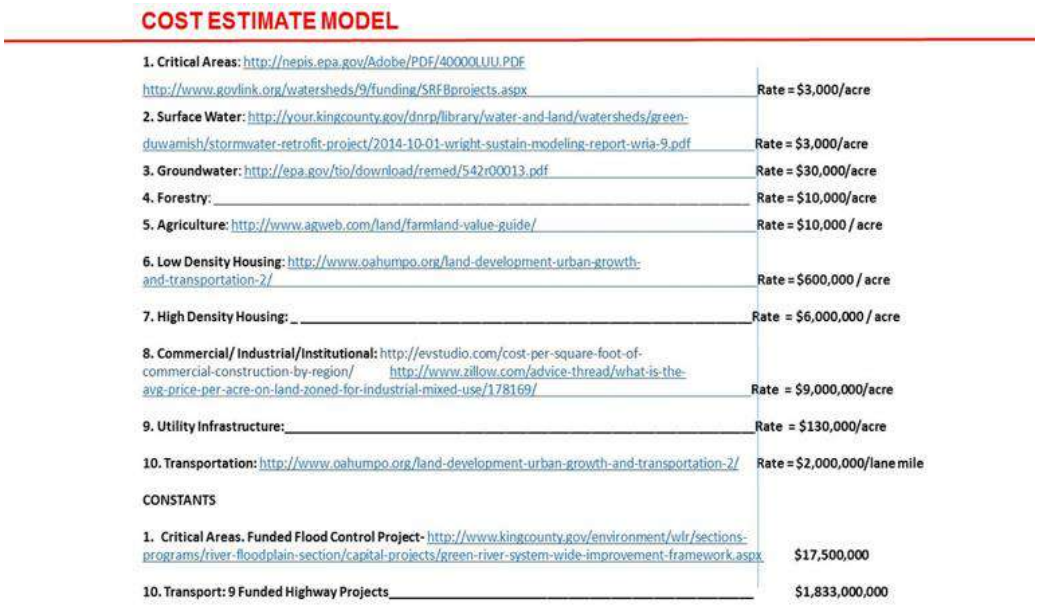
Figura 64 – Exemplo de Cross-System para cálculo de impactos de proposição de projetos de um sistema sobre as áreas de interesse de outro sistema. Estudo de caso Regional Pampulha, usando a plataforma GeodesignHub desenvolvida por Ballal. Fonte: Elaborada pela autora (2015).

Além do cálculo de impactos, o organizador deve também decidir sobre TARGETS, que é um valor em metragem de quanto se espera de proposições de projetos para cada sistema. O organizador deve adotar um critério ou um método para se calcular essa metragem. O que temos feito nos últimos workshops é mensurar o uso do solo existente naquela temática (a metragem já instalada de elementos da temática do sistema) e mensurar o crescimento da área na última década (ou alguma unidade temporal) para se decidir por uma metragem que seja a proporção de crescimento praticada, se é que concordamos que o território tem suporte para receber o mesmo fator de crescimento.

A exemplo, para se calcular o *target* (alvo, objetivo, limite a ser alcançado) do sistema HOUSING (habitação), pode-se calcular a superfície hoje ocupada por esse uso do solo, mensurar as taxas de crescimento e prever que para o plano esperam-se propostas de crescimento daquele percentual, em hectares (mesmo que calculemos em m2, no sistema se informa em hectares). Como essa decisão é também complexa, nossa experiência mais positiva foi a discussão desses valores com o grupo de participantes, calculando para eles metragens das variáveis que eles julgavam de importância, mas, mesmo assim, durante as atividades eles perceberam que alguns valores estavam superestimados e foram realizados ajustes durante o workshop. No exemplo a seguir, é apresentada uma captura de resultados durante o desenvolvimento do workshop, na qual são demostradas barras por sistema contendo o valor do *target* a ser alcançado nas barras da esquerda e o *target* praticado pela proposta do participante nas barras da direita, deixando observar que ele precisa propor mais hectares de projetos nas temáticas de *green*, *commerce*, *grey*, *agriculture*, *historical-cultural*, *housing* e *industry,* mas que ele deve reduzir os hectares das propostas de blue, *energy* e *institutions* (Figura 65). Essa avaliação serve tanto para decisões do próprio propositor como também para as etapas de negociações entre os grupos.

Figura 65 – Exemplo de definição e uso dos valores esperados como alvo por sistema: (a) interface no GeodesignHub na qual o administrador insere valores de *targets* por sistema; (b) barras informando a expectativa de *target* por sistema (barras da esquerda em cada sistema – Target) e o *target* alcançado pelo usuário (barras da direita em cada sistema – Achieved). Estudo de caso regional Pampulha, usando a plataforma GeodesignHub desenvolvida por Ballal. Fonte: Elaborada pela autora (2015).

Outra informação importante para o Modelo de Impacto que é produzido durante o workshop diz respeito aos custos, que podem ser observados tanto pelo próprio usuário que avalia como estão os custos de sua proposta, quanto, sobretudo, nas etapas de negociação, quando se comparam as propostas existentes. O condutor do workshop deve preencher uma tabela de valores médios de custos por sistema, o que é tarefa extremante árdua para a realidade brasileira, pois é muito difícil ter acesso a publicações sobre valores. O único sistema bastante fácil de ser informado é a habitação, pois temos o custo do m² (metro quadrado) de edificações frequentemente publicado no "Informador das Construções", periódico que atende aos construtores e orçamentistas. Nas outras temáticas, o organizador deve se empenhar em conseguir dados de referência. Na Europa, o Prof. Steinitz indica fontes confiáveis deste tipo de informação (Figura 66).

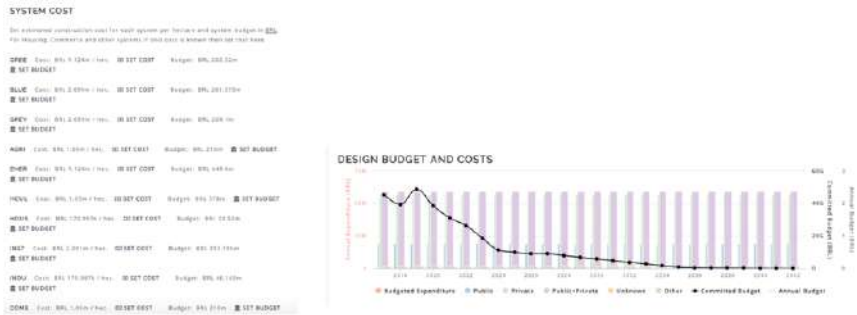


COST ESTIMATE MODEL

1. Critical Areas: http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/40000LUU.PDF http://www.govlink.org/watersheds/9/funding/SRFBprojects.aspx	Rate = $3,000/acre
2. Surface Water: http://your.kingcounty.gov/dnrp/library/water-and-land/watersheds/green-duwamish/stormwater-retrofit-project/2014-10-01-wright-sustain-modeling-report-wria-9.pdf	Rate = $3,000/acre
3. Groundwater: http://epa.gov/tio/download/remed/542r00013.pdf	Rate = $30,000/acre
4. Forestry:	Rate = $10,000/acre
5. Agriculture: http://www.agweb.com/land/farmland-value-guide/	Rate = $10,000 / acre
6. Low Density Housing: http://www.oahumpo.org/land-development-urban-growth-and-transportation-2/	Rate = $600,000 / acre
7. High Density Housing:	Rate = $6,000,000 / acre
8. Commercial/ Industrial/Institutional: http://evstudio.com/cost-per-square-foot-of-commercial-construction-by-region/ http://www.zillow.com/advice-thread/what-is-the-avg-price-per-acre-on-land-zoned-for-industrial-mixed-use/178169/	Rate = $9,000,000/acre
9. Utility Infrastructure:	Rate = $130,000/acre
10. Transportation: http://www.oahumpo.org/land-development-urban-growth-and-transportation-2/	Rate = $2,000,000/lane mile
CONSTANTS	
1. Critical Areas. Funded Flood Control Project- http://www.kingcounty.gov/environment/wlr/sections-programs/river-floodplain-section/capital-projects/green-river-system-wide-improvement-framework.aspx	$17,500,000
10. Transport: 9 Funded Highway Projects	$1,833,000,000

Figura 66 – Referências europeias para se obter custos médios por sistema. Fonte: Tabela fornecida por Ballal (diretor do GeodesigHub) e Steinitz (propositor do método).

Os valores médios informados pelo organizador no GeodesignHub são utilizados pelo sistema para calcular o valor para cada projeto, por sistema, e são apresentados custos por sistemas, custo total da proposta do participante e um gráfico de distribuição de custos previstos por ano (Figura 67). Caso o usuário, ao elaborar o desenho de uma proposta de projeto, queira inserir um valor mais preciso, é esse valor que será utilizado nos cálculos, mas, se ele não informar valor específico, o custo irá considerar o valor médio por área segundo a tabela geral informada pelo organizador.



(a) Interface preenchimento de valores pelo organizador

(b) interface de gráfico de distribuição temporal de custos, a partir das propostas elaboradas pelo usuário

Figura 67 – Interface de preenchimento de valores de custos por sistema e de visualização, pelo usuário, do gráfico de distribuição temporal dos custos a partir dos projetos propostos. Estudo de caso Regional Pampulha, utilizando a plataforma GeodesighHub, de Ballal. Fonte: Elaborada pela autora (2015).

Como exemplo geral dos vários cálculos de impacto (área esperada *versus* área proposta, custo e conflitos de localização), apresentamos a proposta de se criar um parque, no sistema VEGETACAO. A primeira análise que se pode fazer é quanto ao *target*, que constitui a expectativa de área de projetos esperada pelo organizador, e que no exemplo não é atingida pelo participante, que precisará propor mais iniciativas relacionadas à vegetação (Figura 68). Cabe destacar que propostas de projetos contam *targets*, mas as propostas de políticas não, uma vez que elas têm caráter de difusão espacial e não se pode prever exatamente quanto de área será executado, mas sim uma intenção de atuação em uma região.

Figura 68 – A partir da proposição do projeto de "Parque da Enseada" como solução às necessidades de vegetação, cálculo do *Target* (expectativa de área de proposição de ideias na forma de projetos) definido pela organização do workshop (barra da esquerda) e área alcançada pelos projetos de vegetação pelo participante (barra da direita). Fonte: Elaborada pela autora (2015).

Além da questão dos *targets*, pode-se calcular também como análise de impacto o custo dos projetos propostos através de sua composição como design (conjuntos de ideias arranjadas por sistema). Da mesma forma que nos *targets*, propostas de políticas não são computadas no custo, pois não pode calcular metragens exatas que serão executadas, visto que se trata de ideias difusas no território. No exemplo, pode-se observar que o organizador definiu custos médios por hectare para cada sistema, entre eles o de vegetação, e foi salva uma proposta contendo o parque, resultando na apresentação dos custos, que também são fatores de impacto que são considerados durante as discussões e decisões sobre as escolhas de ideias (Figura 69).

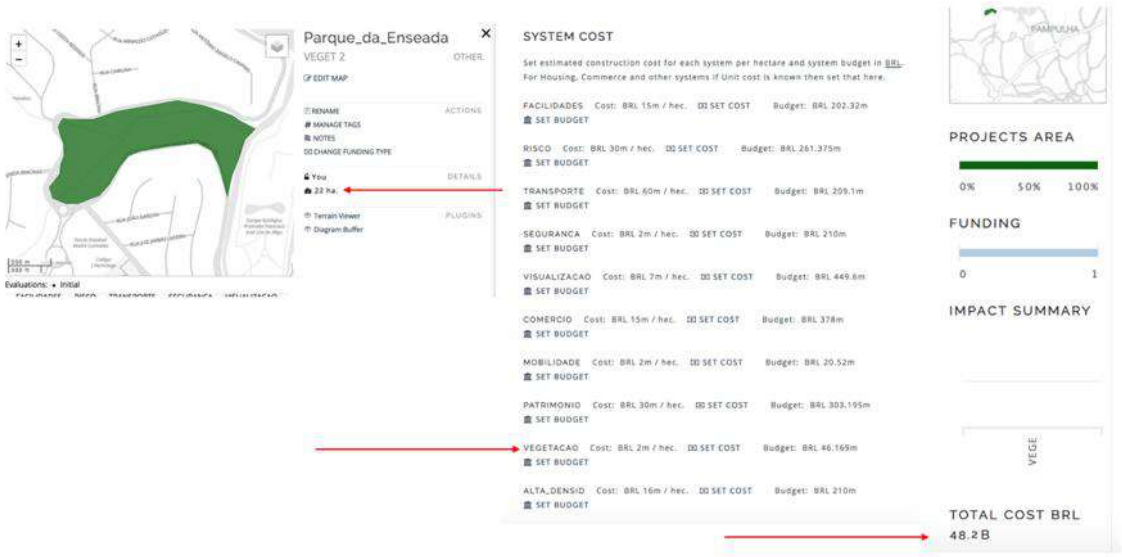


Figura 69 – Cálculo de custos das ideias propostas: o diagrama de Parque da Enseada e seu cálculo de área em hectare, que é combinado com o valor de custo por hectare do sistema vegetação, resultando no cálculo de custo da ideia. Exemplo utilizando a plataforma GeodesighHub. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Além de *targets* e custos, a análise de impacto considera também a possível existência de conflitos territoriais. Por análise combinatória pode ser avaliado o que significa a proposta de uma ideia em relação à própria temática (a exemplo, a localização de uma proposta de parque e sua adequação no próprio sistema VEGETACAO) e em análise cruzada nas demais temáticas (em relação aos outros sistemas). Analisando o impacto da proposta do projeto de "Parque da Enseada" no próprio sistema (SYSTEM), que no caso é o de vegetação, observa-se que a ideia é muito assertiva, pois foi classificada como roxo muito positivo, exceto para pequenas porções na parte leste, o que certamente é resultado de desenho mais generalizado que pegou uma parte da via naquela posição (Figura 70).

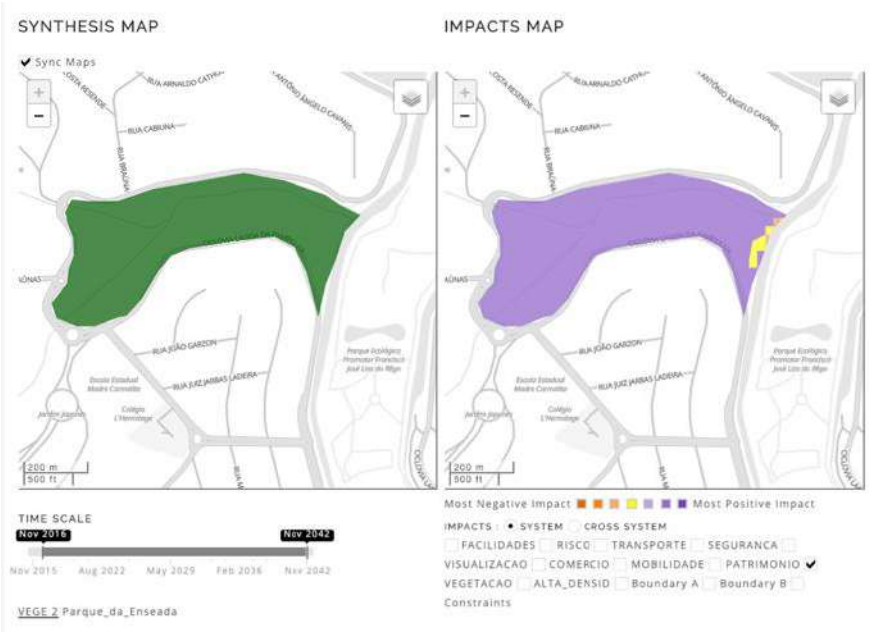


Figura 70 – Análise do impacto de uma ideia de projeto no próprio sistema (SYSTEM) em que ele foi criado, no exemplo o Parque da Enseada no sistema VEGETACAO. Exemplo utilizando a plataforma GeodesighHub. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Analisando o impacto da mesma proposta de parque nos demais sistemas (CROSS SYSTEM), pode-se observar que ele está em conflito apenas com o sistema de Segurança, pois havia uma necessidade de atender a questões dessa temática nas bordas da área onde se propôs o parque, então a avaliação de impacto simboliza com o laranja, por ser negativo. Nos sistemas Alta Densidade, Comércio, Mobilidade, Visualização, Facilidades e Transporte, a análise de impacto resulta em amarelo, simbolizando que é neutro, o que significa que a proposta de parque não ajuda e nem causa conflitos territoriais com os interesses desses temas. Contudo, observa-se que a proposta de parque é considerada muito positiva para o próprio sistema Vegetação (a área escolhida é adequada para a temática) e muito positiva para Risco (roxo escuro), pois ajuda a sanar questões de risco à saúde na área e mediamente positiva (roxo médio) para o sistema Patrimônio, pois favorece a composição paisagística da lagoa, embora em área já um pouco distante do conjunto UNESCO (Figura 71). Os participantes têm, assim, essa ferramenta de suporte às negociações e decisões.

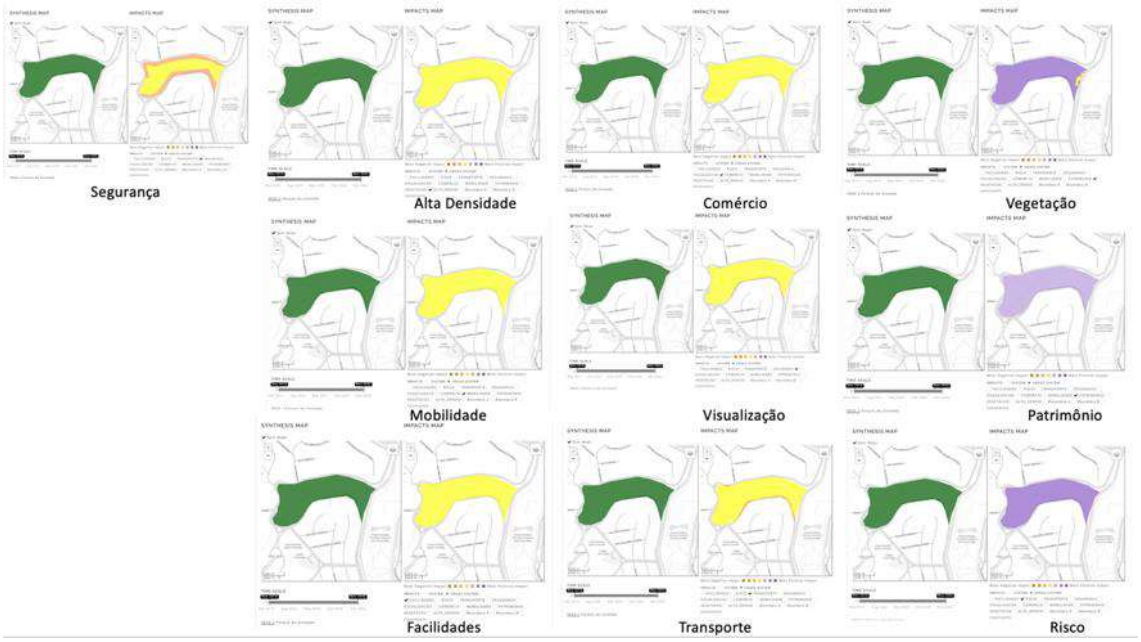


Figura 71 – Análise do impacto de uma ideia de projeto em relação a cada sistema (CROSS SYSTEM), no exemplo o Parque da Enseada no sistema Segurança (único em que foi julgado impacto negativo), nos sistemas Alta Densidade, Comércio, Mobilidade, Visualização, Facilidades e Transporte (nos quais o impacto foi avaliado como neutro) e nos sistemas Vegetação, Patrimônio e Risco (nos quais o impacto foi avaliado como positivo). Exemplo utilizando a plataforma GeodesighHub. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

p.3.3. O desenvolvimento do workshop: modelos de mudança e de decisão

Preparados os sistemas e todo o suporte de dados nas etapas de Modelos de Representação, Processo e Avaliação, definidas as expectativas de metragens de projetos a serem propostos como ideias por sistemas, informados os valores por área do custo médio e a atribuição de impactos que possam resultar de conflitos territoriais das ideias, na forma de Modelo de Impacto, é o momento de se promover o workshop presencial de cocriação de ideias. Quaisquer dessas etapas prévias que antecedem o workshop podem também ser organizadas ou elaboradas por processos participativos, através de escutas ou de compartilhamento de elaborações (MOURA; TONDELLI; MUZZARELLI, 2018), mas as etapas de Modelos de Mudança e de Decisão, sobretudo o de Decisão, necessariamente precisam acontecer em workshop com participação dos diferentes atores (Figura 72).

O esquema da Figura 72 demonstra que o Modelo de Representação pode ser elaborado por especialistas, mas também com colaboração de cidadãos, os Modelos de Processos e de Avaliação podem ser elaborados por especialistas que podem fazer a escuta cidadã para tomarem suas decisões, os Modelos de Impacto podem ser feitos com a opinião cidadã, e todos eles devem ser trabalhados antes do workshop, podendo acontecer reuniões de preparo. Já os Modelos de Mudança e de Decisão acontecem durante o workshop de Geodesign propriamente dito.

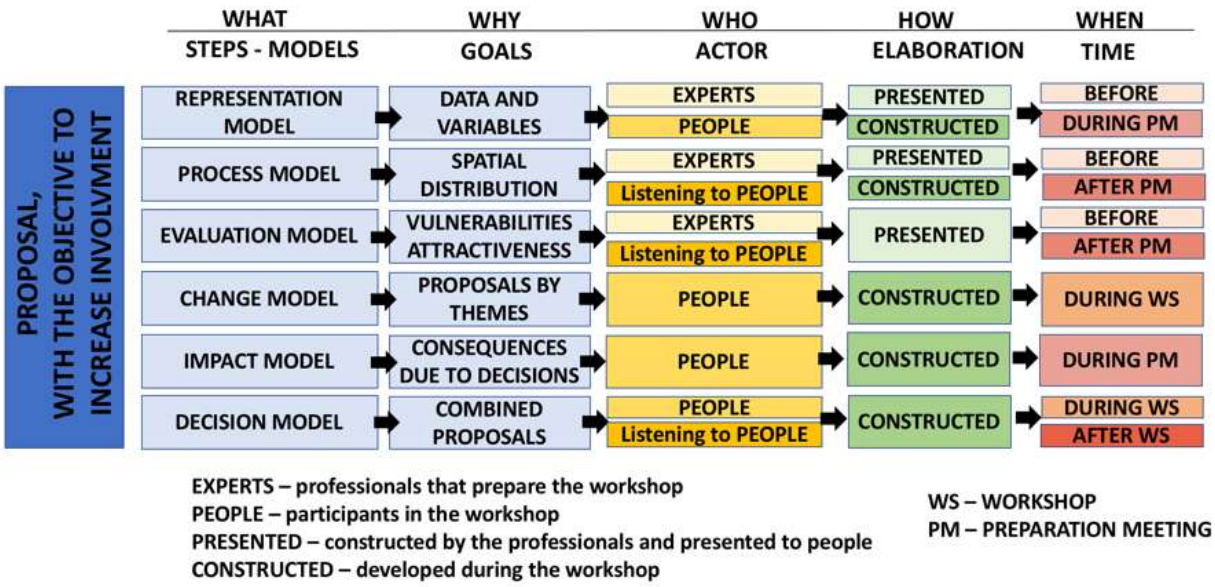


Figura 72 – Proposta de desdobramento das atividades de Geodesign em etapas de antes das reuniões, em reuniões preparatórias para o workshop, após as reuniões preparatórias, mas antes do workshop, no workshop propriamente dito e até após o workshop. O esquema mostra também quando e como é interessante envolver a participação cidadã para que as informações sejam apresentadas ou construídas pelos atores da sociedade. Fonte: Moura, Tondelli e Muzzarelli (2018).

É chegada, então, a etapa de reunião na forma de workshop de Geodesign propriamente dito, em atividade coletiva e presencial. Nela, os participantes irão propor e construir coletivamente as ideais de mudança e chegarão a decisões coletivas, nos Modelos de Mudança e de Decisão.

A primeira atividade no workshop é a divisão dos participantes por temáticas, relacionadas a sistemas, para que eles construam ideias de projetos e políticas para cada abordagem. Podem ser propostos mecanismos para que os participantes já cheguem lá com algumas ideias para desenharem (Figura 73), assim como pode acontecer de especialistas alimentarem os sistemas com propostas que eles gostariam de submeter à avaliação e votação pelos participantes, mas, ainda assim, é necessário definir esse primeiro momento de desenho de ideias. Os participantes são separados aleatoriamente por sistema, podendo escolher as temáticas de preferência, mas todos podem incluir ideias de projetos ou políticas em qualquer temática e a qualquer momento do processo. A separação em grupos é para garantir que sejam elaboradas ideias para todos os sistemas, que são construídas na forma de projetos ou políticas georreferenciadas e são denominados “diagramas” (Figura 73).

Já existindo uma significativa coleção de ideias de projetos e políticas, é o momento dos grupos serem organizados para a composição dos “designs”, que são propostas de arranjos de ideias relativas a todas as temáticas dos sistemas, que funcionam como planos estratégicos. A composição dos grupos depende muito do caráter e dos objetivos do workshop. A composição mais usual é aquela que divide as pessoas nos grupos da sociedade, chamados de “change teams” por Steinitz (2012), tais como: pessoas do lugar, ONGs, administração pública, comerciantes, setor de habitação, empresários. Já vivemos também a experiência de composição dos grupos nos interesses social, ambiental e econômico, esses três subdivididos em pensamentos tradicionais (*trend)* e pensamentos inovadores (*change*) no workshop de Futuros Alternativos para o Quadrilátero Ferrífero, em 2016. Steinitz (2018) propôs em projeto recente que se trabalhasse com os grupos de “*early adopter*”, “*late adopter*” e “*non adopter*” (pioneiro, adotante tardio, não adotante) (Figura 74).

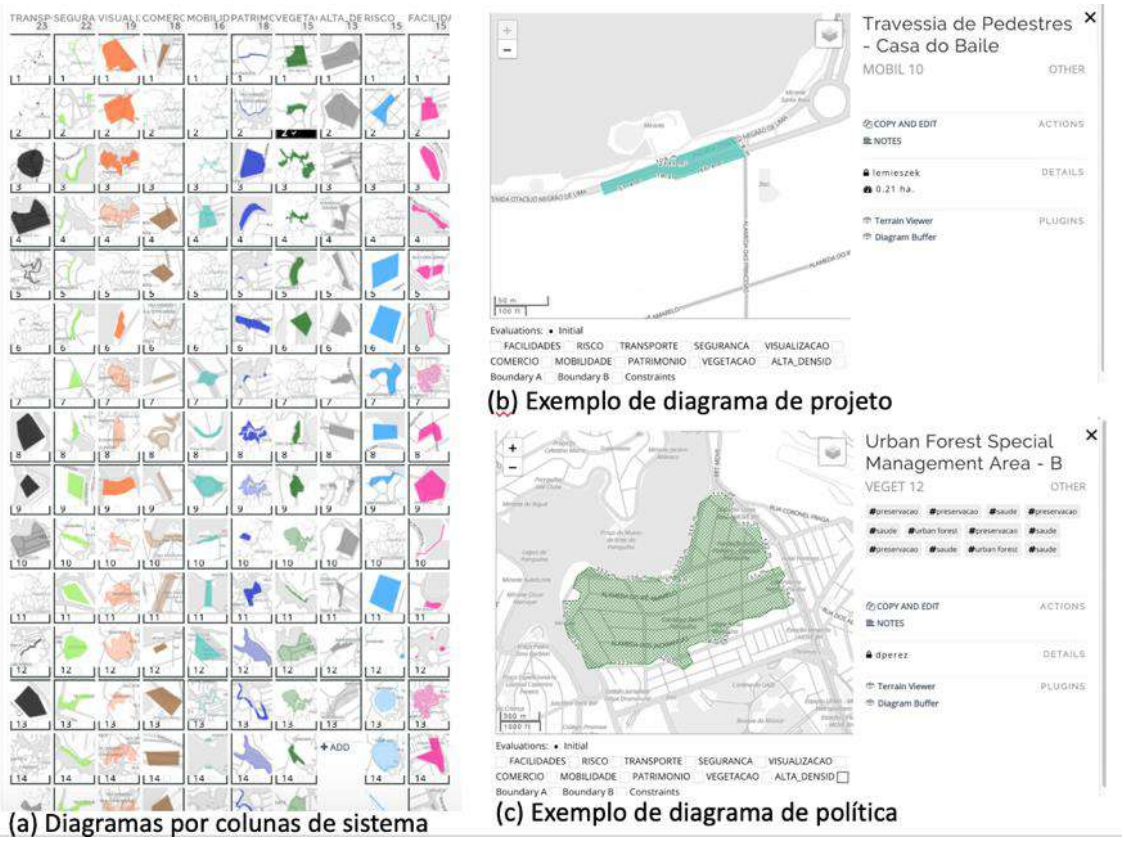


Figura 73 – Diagramas de projetos e de políticas para cada sistema. (a) Colunas de coleção de diagramas por sistema, segundo as diferentes temáticas. (b) Exemplo de diagrama de projeto do sistema Mobilidade. (c) Exemplo de diagrama de política do sistema Vegetação. Exemplo utilizando a plataforma GeodesighHub. Fonte: Estudo de caso Regional Pampulha, Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG.

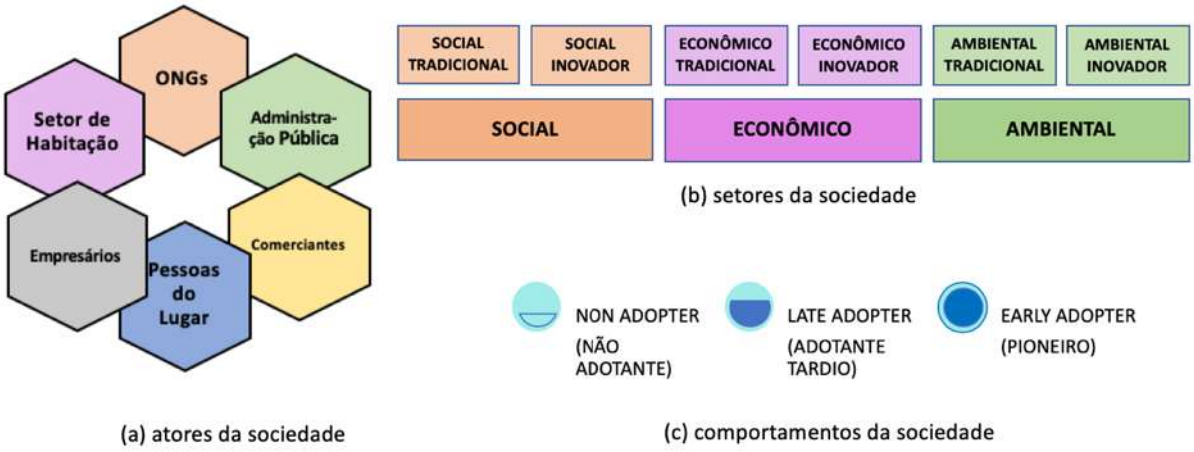


Figura 74 – Possíveis composições de grupos de trabalho (*change teams*): (a) segundo atores da sociedade, no exemplo compondo 6 times; (b) segundo setores da sociedade e estes subdivididos em posicionamentos tradicionais ou inovadores, iniciando por seis times que depois são agrupados em três times; (c) segundo comportamentos diante de possibilidades de mudanças. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Uma vez compostos em grupos, os participantes devem realizar escolha de diagramas, por sistema, que melhor atendem ao pensamento do grupo que os representa. É estratégico que comecem pelos sistemas que são os de maior interesse, escolhendo as propostas de projetos e políticas com as quais estão de acordo. É importante que verifiquem os *targets* (metragem de propostas esperada por sistema), os custos e os possíveis conflitos de interesse com os sistemas que julgam serem importantes

(impactos no próprio sistema e impacto cruzado entre os sistemas). Composto o primeiro “design” por cada grupo de trabalho, é eleito um representante que explique oralmente, muito brevemente, as ideias do conjunto (Figura 75).

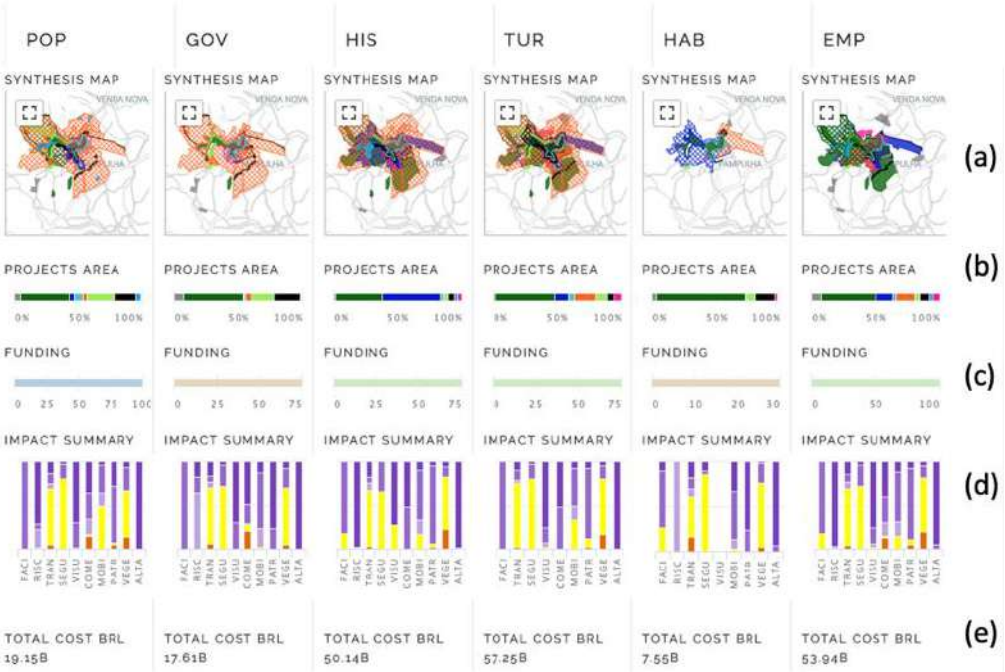


Figura 75 – Designs iniciais propostos pelos seis grupos compostos. (a) Visualização do design de cada grupo; (b) Distribuição de áreas por temática por cada grupo; (c) Predomínio da origem dos fundos de recursos financeiros; (d) Performance em cada sistema por grupo, identificando os conflitos de interesse provocados; (e) Custo total por design por grupo. Exemplo utilizando a plataforma GeodesighHub. Estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2017).

Steinitz (2012) explica que esse primeiro design em geral não é bom, porque os participantes ainda estão aprendendo a lógica. Dessa forma, logo após a primeira exposição eles têm mais tempo para fazerem uma segunda proposta, ainda trabalhando na mesma composição de grupos. O passo seguinte será a junção de grupos, até se chegar a um design final (Figura 76).

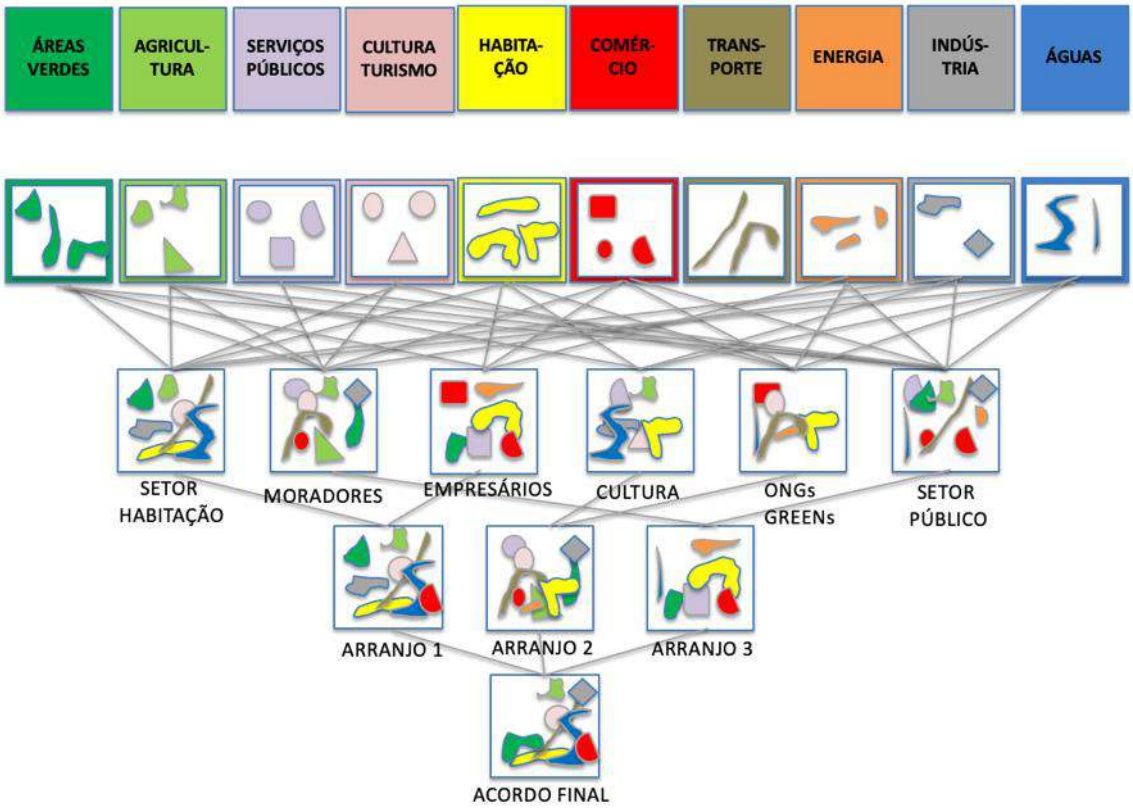


Figura 76 – Etapas no workshop: desenho de diagramas por sistema, separação dos participantes em times e composição de designs nos quais escolhem diagramas por sistemas, agrupamentos dos times em arranjos e composição de novos designs, elaboração conjunta de um design final. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

As ideias são novamente expostas, e é o momento de promover o agrupamento dos times em arranjos de interesse. O organizador pode já observar e identificar os times que apresentaram as propostas mais parecidas, e os colocar trabalhando juntos nos novos arranjos. O processo mais usual é a composição do sociograma, proposto por Moreno (1934) e aplicado por Steinitz (2012). Nesse processo, os grupos avaliam as propostas uns dos outros e registram se aceitariam trabalhar com cada um dos demais, o que é registrado através de votos de positivo (aceitariam), neutro (não se opõem, mas também não são as propostas que consideram mais interessantes) e negativo (não aceitariam). Os votos são registrados na forma de +1, 0 e -1. É importante observar que as votações não têm caráter pessoal, do tipo “gosto” ou “não gosto” de tal grupo, mas sim “concordo” ou “não concordo” com o conjunto de ideias apresentadas por um determinado grupo. Isso é uma forma de aproximar as ideias com impacto mínimo relativos a conflitos de interesse, pois vai se aproximando aos poucos os que pensam diferente, começando pelo agrupamento dos que pensam de modo semelhante. A partir da análise das aceitabilidades, são compostos novos arranjos, de modo que a composição inicial de 6 grupos é reorganizada em 3 grupos (Figura 77).

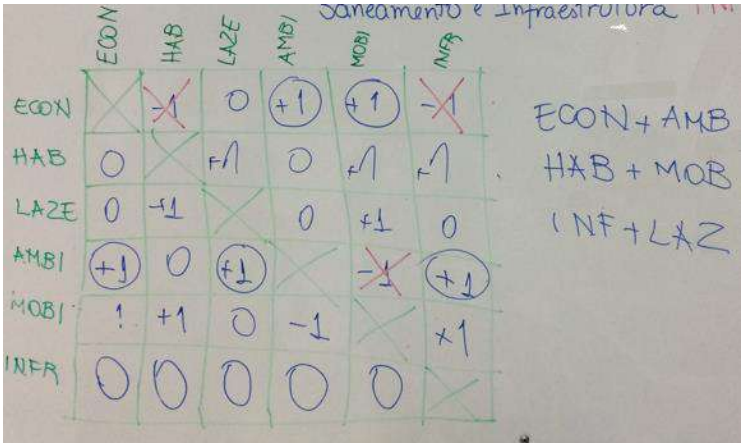


Figura 77 – Exemplo de sociograma no qual os grupos votaram com quem aceitariam compor um arranjo, classificando de aceitação (+1) a neutro (0) e a não aceitação (-1). Estudo de caso Conjunto Paulo VI. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2018).

Os novos arranjos de três grupos iniciam o trabalho de composição de um novo design, usando uma ferramenta muito útil do GeodesignHub®, que é a de comparação de propostas e de identificação dos diagramas que foram escolhidos por ambos os grupos que foram compostos agora em um único grupo. É possível observar lado a lado as ideias dos grupos iniciais antes do agrupamento em novo arranjo, identificando o que existe em comum e o que precisa ser negociado para se chegar a uma única proposta do novo arranjo de grupos. Ao final, o novo grupo que surgiu da soma de outros dois salva um design que os representa, e ele é defendido publicamente (Figuras 78, 79 e 80).

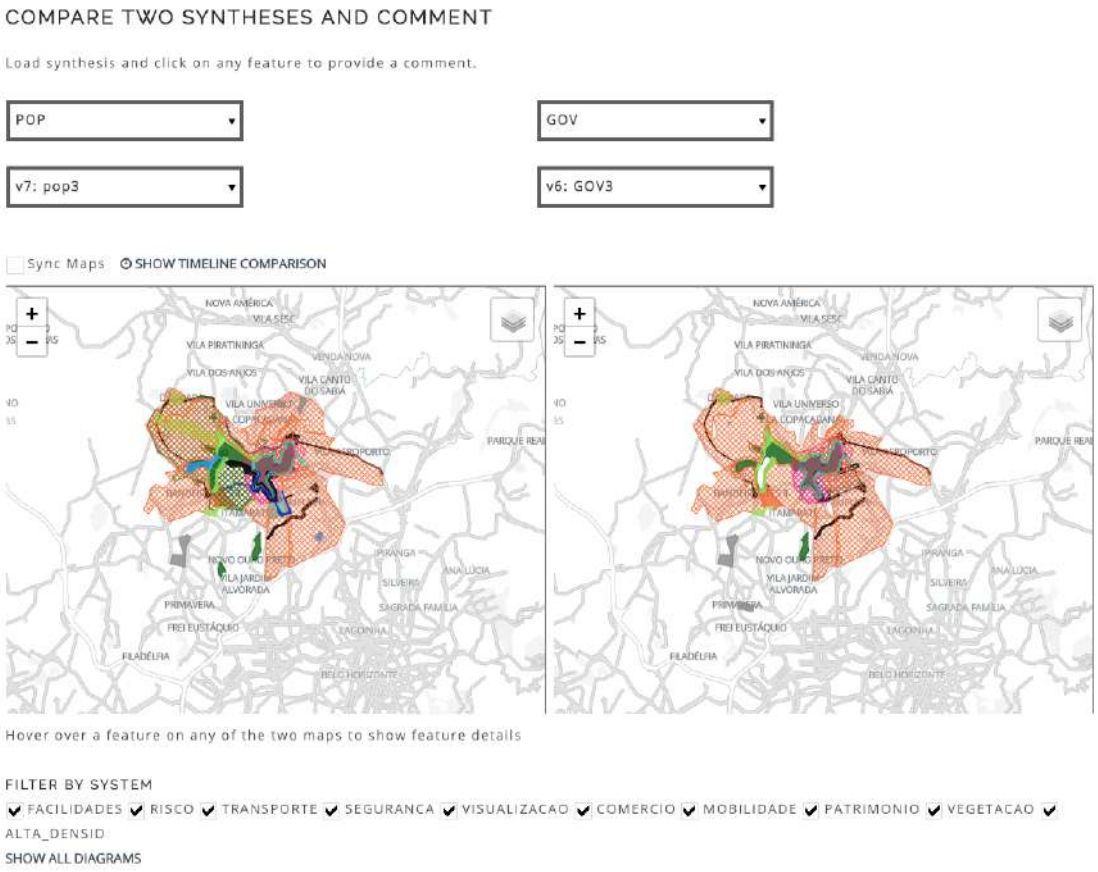


Figura 78 – Análise comparativa lado a lado das propostas dos grupos que foram integrados. Exemplo utilizando a plataforma GeodesighHub. Estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2017).

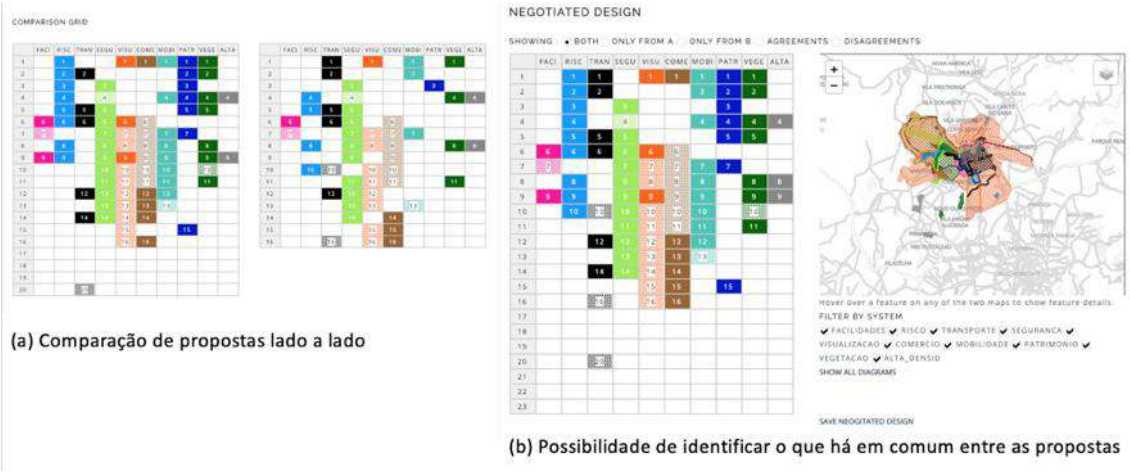


Figura 79 – Ferramentas de comparação de propostas no GeodesignHub®, possibilitando identificar os diagramas que foram escolhidos por cada um e por ambos, favorecendo a negociação para se chegar a uma proposta em comum. Estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2017).

Figura 80 – Exemplo de processos em que os participantes realizam etapas de negociações e composição de propostas. Estudo de caso Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2016).

Os acordos, assim, foram sendo construídos nas etapas em que os participantes trabalharam em seis grupos, depois passaram a trabalhar em três grupos, e finalmente chega o momento em que é necessário chegar a um único design, uma única proposta. A plataforma GeodesignHub também favorece essa etapa ao permitir que as três propostas sejam comparadas, por meio da contagem de frequência dos diagramas, que identifica quantas vezes cada diagrama foi votado pelo conjunto dos grupos (Figura 81).

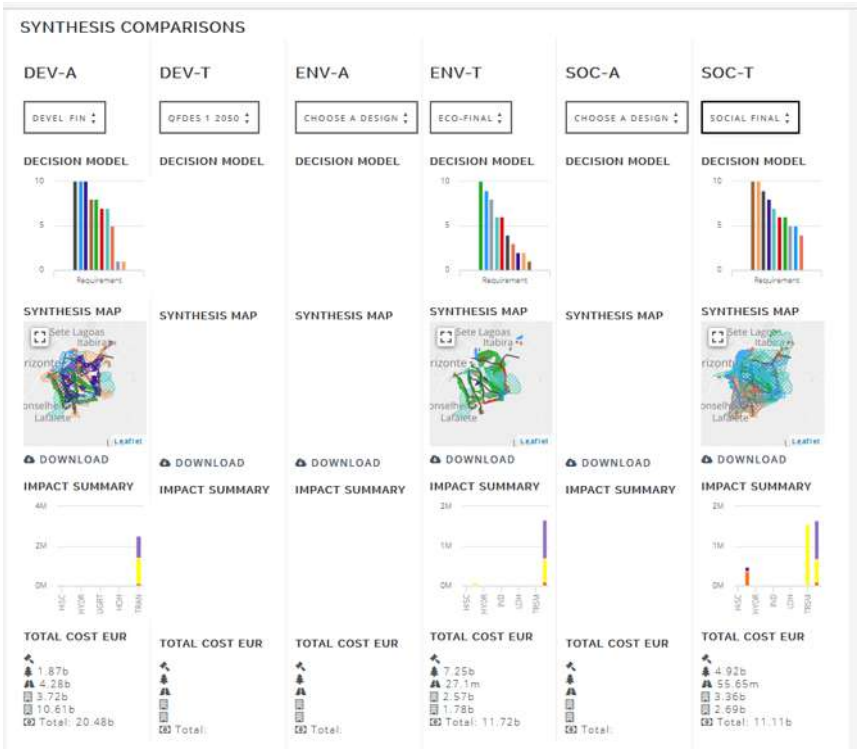


Figura 81 – Designs de acordos elaborados pelos três grupos compostos pela soma dos grupos anteriores. Estudo de caso Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2016).

As três propostas podem ser vistas no GeodesignHub® lado a lado, e a contagem de frequência de diagramas é assim utilizada (Figura 82):

a) aqueles diagramas de projetos e políticas que foram votados três vezes já são consenso e não precisam ser discutidos;

b) os diagramas que tiveram dois votos são colocados à discussão um a um, quando são feitas defesas em favor deles, tentando obter o acordo do grupo que não votou. Caso eles aceitem, o diagrama é marcado como selecionado. Mas pode acontecer que eles aceitem mediante ajustes e condições, que são avaliadas e, se for o caso, são realizados os ajustes. Mas pode também acontecer deles não aceitarem, e, nesse caso, o diagrama não vai para a seleção final;

c) os diagramas que tiveram apenas um voto, pois certamente foram propostos por apenas um grupo, não entram em discussão, exceto se o grupo manifestar que ele é fundamental para a ideia de design que elaboraram. Nesse caso, eles pedem a palavra e é colocado em votação se o diagrama será aceito.

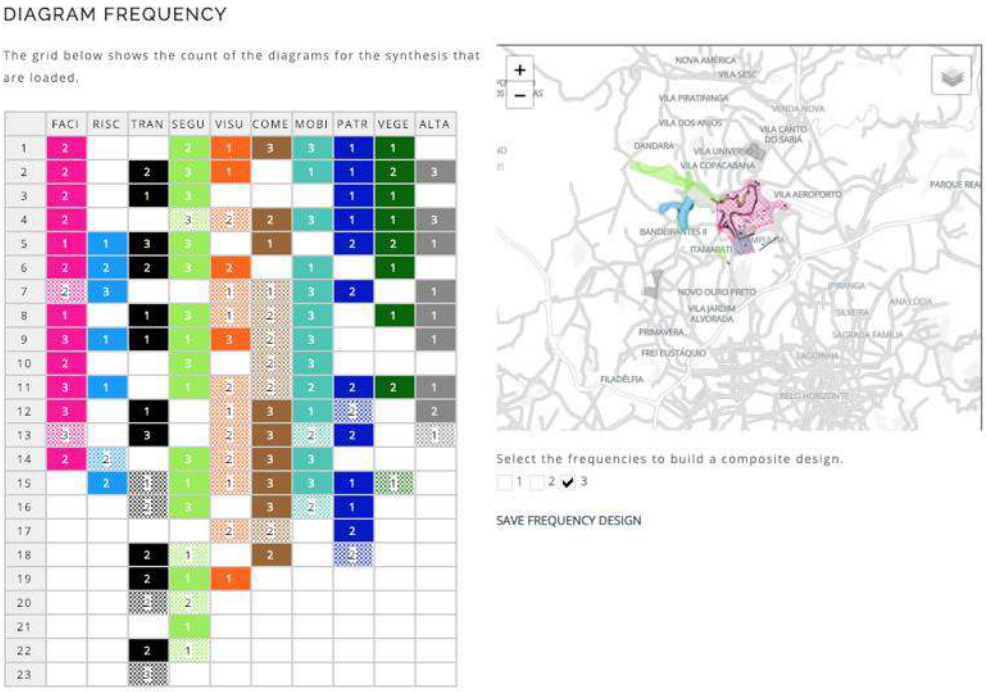


Figura 82 – Ferramenta de *Diagram Frequency* do GeodesignHub, que identifica os diagramas que firam votados por todos os três grupos, os que firam votados por dois dos grupos, e os que foram votados por um único grupo – estudo de caso. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Finalmente, chega-se a um acordo final. Ele é uma proposta resultante de processo de cocriação de planos estratégicos para futuros alternativos para a área e é um acordo no qual as vaidades pessoais foram reduzidas, uma vez que as escolhas estiveram focadas nas ideias de projetos e políticas, e não nas autorias das propostas. Foram escolhidas as ideias que podem ser aceitas pelos diferentes olhares, resultantes de negociações. Nessa e em todas as etapas do processo, é muito interessante ter suporte à visualização de localização das ideias de projetos e políticas de modo mais realístico, para que os participantes não percam a noção de "o que", "onde" e "quanto". Para isso, defendemos a importância de ferramentas de interoperabilidade que permitem que dados de diferentes origens sejam lidos em diferentes aplicativos. Entre as ferramentas disponíveis, destacamos o aplicativo disponível no ViconSaga[9], desenvolvido por Tiago Marino da UFRRJ, que permite que os dados sejam consumidos em qualquer plataforma e formato (SHP, KML, Live KML, WFS, CSV), sendo a mais interessante a LiveKML, que abre os dados no Google Earth, em 3D (MOURA et. al., 2016) (Figura 83).

Figura 83 – Visualização de projetos e políticas em 3D no LiveKML, graças a ferramentas de interoperabilidade de consumo de arquivos. Exemplo do ViconSaga, de Marino. Fonte: Moura, Ribeiro e Benevides (2018).

[9] Disponível em: <http://viconsaga.com.br/site/tool-geodesign-hub>.

Diante do reconhecimento de que o maior desafio dos processos de planejamento territorial e, sobretudo, urbano é evitar que os planos se tornem apenas peças elaboradas para seguirem protocolos estipulados ou para fazerem parecer que existem ações de planejamento e gestão, o Geodesign se coloca como uma possibilidade de inclusão de diferentes atores em ações de suporte às opiniões e de compartilhamento de decisões. De pouco adiantam as leis que definem que as decisões devem ser compartilhadas se os mecanismos para esses processos são falhos. Compartilhar decisões não é apenas dar publicidade às etapas do processo, em audiências de escuta, mas realmente promover a cocriação de ideias.

O cidadão brasileiro hoje se sente bastante alijado do processo de criação coletiva de futuros alternativos para seu território. E é surpreendido pela transformação da paisagem densificada, verticalizada e desqualificada em termos ambientais e culturais. Os novos planos diretores avançam apenas na aprovação de mecanismos de recuperação da mais valia imobiliária, através dos recursos financeiros favorecidos pelos direitos adicionais de coeficientes de aproveitamento, o que erroneamente tem sido associado ao conceito de “cidade sustentável”.

Sustentável não pode se resumir a economicamente capaz, mas precisa considerar os três pilares de social, econômico e ambiental. O ambiental precisa considerar as capacidades de suporte que não sejam limitadas à infraestrutura instalada, mas sim aos limites volumétricos de densificação e das condições de ambiência urbana, e seus valores precisam ser avaliados à luz das expectativas cidadãs e características do lugar. O social precisa considerar as necessidades das fragilidades econômicas, mas é também cultura, e, nesse sentido, precisa se lembrar das essências da paisagem e do território.

Fazer valer os diferentes interesses para que os planos diretores de fato traduzam valores cidadãos é um processo de cocriação de ideias e propostas e de diferentes grupos da sociedade trabalhando em prol de um acordo coletivo no qual se reconheçam. Nesse sentido, o Geodesign é um possível caminho, realizados os necessários ajustes à sociedade brasileira, quanto a linguagens, modo e expressão, visualização da informação e acesso a produtos parciais e finais.

Não temos dúvida de que a plataforma é a web, mas ainda há muito o que estudarmos na ampliação das condições de visualização e compreensão da informação territorial. No presente artigo, foi apresentada uma robusta plataforma, mas cabem estudos sobre a sua adaptação à realidade brasileira, o que, de certa forma, já foi apresentado nas discussões e na forma como estruturamos as aplicações dos estudos de caso. Esperamos, em um futuro próximo, ampliarmos as discussões sobre o tema, em recortes conceituais, metodológicos e de ferramentas que nos dão suporte às diferentes etapas do processo.

É preciso que os planos diretores brasileiros deixem de ser peças de ficção descoladas das realidades de transformação das cidades e das capacidades de compreensão dos cidadãos. É preciso que as normativas sejam vistas como os acordos compartilhados que definem os limites esperados e as expectativas de uma sociedade. É preciso pensar e promover o codesign, a cocriação de nossas paisagens.

P.4. OS WORKSHOPS DE GEODESIGN DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: EIXOS ECONÔMICO, AMBIENTAL E SOCIAL:

Ao longo da pesquisa todo o grupo esteve profundamente envolvido na produção de caracterização, análise e avaliação do Quadrilátero Ferrífero, para fins de produção de retratos da realidade local segundo suas vulnerabilidades e potencialidades.

Em paralelo, o grupo investiu no desenvolvimento de processos, que não necessariamente naqueles momentos foram possíveis de serem aplicados para todo o Quadrilátero Ferrífero em virtude da dimensão do território e ausência de dados distribuídos de modo homogêneo na área, mas foram estudos que nos ajudaram a pensar sobre como abordar os problemas de interesse.

Entre a expressiva produção da pesquisa destacamos os momentos de síntese constituídos pelos workshops de Geodesign. Foram 5 parciais e um final de integração dos demais. Entre os cinco primeiros, um foi Quadrilátero Ferrífero Abordagem Econômica, 2 Quadrilátero Ferrífero Abordagem Ambiental e 2 Quadrilátero Ferrífero Abordagem Social.

O workshop do eixo “Econômico” foi realizado em 2017 e trabalhou com os sistemas: ecologia, crescimento urbano, mineração e indústria, turismo, hidrologia e espeleologia. Os participantes do workshop foram pessoas relacionadas a ciências territoriais (geógrafos, geólogos, engenheiros de minas, biólogos, espeleólogos e urbanistas) que tinham muita segurança sobre a temática de estudo. Todos tinham o mesmo nível científico e conheciam o Quadrilátero Ferrífero. Talvez por não estarem presentes pessoas que poderiam polemizar com abordagens muito diferenciadas, ou talvez porque uma questão econômica é muito objetiva, o workshop surpreendeu pela rapidez e facilidade como se chegou a um consenso, o que pode ser observado desde os primeiros projetos. Por este motivo, foi realizado apenas um workshop sobre abordagem econômica (CASAGRANDE, 2018; CASAGRANDE e MOURA, 2018).

O primeiro workshop com o eixo "Social", realizado em maio de 2019, trabalhou com os sistemas: cultura, infraestrutura, meio ambiente, riscos geológicos, economia, transporte, paisagem, crescimento urbano e habitação. O segundo workshop "social" foi realizado em novembro de 2019 e trabalhou com os sistemas: cultura, educação, habitação, saneamento, saúde, crescimento urbano, economia, transporte e meio ambiente. Em todo workshop é desejável que se apresentem sistemas de diferentes naturezas, para os participantes decidirem sobre vários aspectos da realidade, mas sem perder o foco da abordagem temática, de modo que a expectativa é de que as pessoas abordem questões de riscos geológicos, de paisagem e de ambiente, mas em propostas que sejam de interesse para a questão social. Porém, observamos que os participantes do primeiro encontro produziram muito mais propostas de temática ambiental, em detrimento da abordagem social, o que motivou que fosse feito o segundo workshop. No segundo workshop, os sistemas escolhidos favoreceram que as pessoas tivessem mais atenção para a questão social, embora continuassem tendo que lidar com questões gerais do QF (HADDAD et al., 2021).

O primeiro e o segundo workshop com a abordagem “Ambiental” trabalharam com os sistemas: ecoturismo, hidrologia, paisagem, vegetação, empreendedorismo sustentável, crescimento urbano sustentável. Eles foram realizados em 2019. O tema ambiental no Quadrilátero Ferrífero é o mais claro na compreensão e no imaginário das pessoas, que não tiveram dificuldades em fazer propostas e foi fácil chegar a consensos. É uma abordagem que, em geral, resulta em muitas propostas e levanta muitos interesses, pelo fato do Quadrilátero Ferrífero ser reconhecido pelo seu valor ambiental e pelas tragédias ambientais que ali aconteceram decorrentes de rompimentos de barragens. Desta forma, os sistemas em ambos os workshops foram os mesmos, e as alterações foram feitas apenas na composição de times de participantes, para se ouvir diferentes representações da sociedade. No

segundo workshop houve um interesse mais específico em se trabalhar com variável água (CAMARGOS, 2020).

Em cada workshop foram cumpridas as etapas de criação, negociação e debate sobre as ideias, seleção de designs compostos pelas ideias selecionadas na dinâmica de negociação. Desta forma, para todos os workshops foram elaboradas propostas finais. Do conjunto de 5 workshops realizados segundo as temáticas de aspectos econômicos, ambientais e sociais foram eleitos, nos designs finais, o total de 207 polígonos com ideias sobre políticas e projetos para a área. Caberia, portanto, a promoção de um workshop para integração dos resultados parciais anteriores e para a tomada de decisões sobre um design único final.

Uma vez realizados cada workshop, que foram registrados em muitas publicações, foi realizado um workshop de integração de propostas, que será relatado a seguir.

O workshop de síntese foi realizado com o uso da plataforma GISColab e com a participação de um amplo grupo de colaboradores, composto por pessoas que conheciam tanto o QF como os temas de economia, ambiente questões sociais, cada um em sua expertise. A justificativa para o uso da nova plataforma foi baseada no fato de que ela é estruturada a partir de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), na forma de um WebGis (Sistema de Informações Geográficas disponibilizado em ambiente web), o que permite que o participante acesse uma vasta gama de informações, na forma de mapas temáticos, que apresentam as principais características da área de estudo, em suas vulnerabilidades e potencialidades. Desta forma, o primeiro passo seria favorecer que os atores do processo se enriquecessem de dados sobre o Quadrilátero Ferrífero.

Para a leitura detalhada sobre cada workshop temático, indicamos principalmente as publicações: CASAGRANDE, 2018; CASAGRANDE e MOURA, 2018; HADDAD et al., 2021; CAMARGOS, 2020; MOURA, ZYNGIER, SENA e FREITAS, 2021; CASAGRANDE e MOURA, 2021; MOURA, MORAIS e MELLO, 2022.

P.4.1. O WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO DOS WORKSHOPS TEMÁTICOS DE GEODESIGN DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: O USO DA PLATAFORMA BRASILEIRA DE GEODESIGN – WEB-GIS & IDE & GEODESIGN, CO-CRIAÇÃO E GEOCOLABORAÇÃO:

A integração de propostas de estudos temáticos e parciais de Geodesign em um design negociado que escolhe as propostas mais robustas de políticas e projetos para o Quadrilátero Ferrífero é produto da tese de Doutorado de Christian Rezende Freitas, desenvolvida sob a orientação da Prof. Ana Clara Mourão Moura. É produto da mencionada tese a plataforma brasileira de Geodesign. O material apresentado foi publicado por Freitas em artigos em co-autoria com membros da pesquisa e em sua tese de doutorado cuja defesa está prevista para junho de 2020.

O estudo do Quadrilátero Ferrífero é uma investigação de longa data do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG, ao qual o doutorando Christian Rezende Freitas é vinculado. Os componentes do laboratório estão, desde o ano de 2016, contribuindo em projeto CNPq no qual se promoveu a robusta produção de dados sobre muitas temáticas do Quadrilátero Ferrífero (QF), em mapas elaborados pelos pesquisadores da equipe e eventualmente registrados em publicações específicas. Além disto, desde o final de 2016 a equipe vinha promovendo workshops de Geodesign para a construção coletiva de ideias para o território, mas sempre utilizando o roteiro metodológico proposto por Steinitz (2012) e a plataforma web-based Geodesignhub elaborada por Ballal e com a orientação de Steinitz (Ballal e Steinitz, 2015; Ballal, 2015).

Foram já elaborados um workshop geral conduzido pelo próprio Steinitz no final de 2015, um workshop com a ênfase nas questões econômicas do Quadrilátero Ferrífero (Casagrande, 2018), dois workshops com ênfase nas questões sociais do QF (contando com a participação de grupos diferentes de estudantes e profissionais das áreas de planejamento territorial) e dois workshops com ênfase nas questões ambientais do QF (também contando com a participação de grupos diferentes de estudantes e profissionais das áreas de planejamento territorial).

Durante os muitos workshops realizados pelo grupo seguindo o framework de Steinitz foram observadas potencialidades e vulnerabilidades do processo. A partir das experiências realizadas foram observadas e registradas (em entrevistas qualitativas junto aos participantes após os workshops) críticas ao processo, que podemos afirmar como recorrentes na cultura brasileira e em todos os workshops conduzidos:

a) Crítica aos Modelos de Representação e de Processos – Representation and Process Models – pois eles são elaborados cuidadosamente pelos organizadores, empregando seus conhecimentos especialistas na elaboração do dado geográfico, mas são subutilizados no processo, pois nem sempre os participantes têm acesso à coleção cartográfica. Quando têm, muitas vezes são mapas estáticos ou no máximo no registro do histórico da formação dos Mapas de Avaliação (History Maps), mas não são, em geral, apresentados na forma de coleção cartográfica possível de ser mais profundamente interpretada na forma de enriquecimento de leitura (Paula e Moura, 2018; Paula et al. 2018; Moura, Tondelli e Muzzarelli, 2018).

b) Crítica aos Modelos de Avaliação – Evaluation Maps, que apresentam as legendas de “feasible”, “suitable”, “capable”, “inappropriate” e “existing”, (muito adequado, adequado, aceitável, inapropriado e existente) padronizadas no método proposto por Steinitz (2012) em seu framework. Os participantes pensam ser reducionista a apresentação de um mapa síntese que é um julgamento, ainda que realizado com justificativas técnicas, pois acontecem discordâncias sobre as classificações realizadas (Moura, 2019);

c) Crítica aos Modelos de Mudança – Change Model, que são caracterizados pela elaboração de polígonos (no Geodesignhub denominados “diagramas”) relativos a ideias de políticas e projetos para a área. Observa-se a falta de percepção de escala e a falta de conexão entre o mundo das ideias e a realidade territorial, sem com isto dizer que as ideias são inadequadas, mas sim que muitas vezes elas apresentam descolamento em relação ao território, o que é fragilidade na leitura espacial e na geovisualização (Moura et al., 2016);

d) Crítica aos Modelos de Impacto – Impact Model, que avaliam se as propostas selecionadas (os diagramas) então localizados em áreas classificadas como algum nível de adequação nos Mapas de Avaliação. Quando as propostas não se localizam em área adequadas nos mapas que, conforme colocados, são julgamentos guiados por uma forma de pensar ainda que técnica, a proposta é mal avaliada. Não há impedimentos para que ela seja realizada, mas são gerados alertas. A nosso juízo, os alertas não são instrutivos no sentido de favorecer a discussão de alternativas ou de dar suporte a decisões, mas a análise comparativa de diagramas pode ser um caminho (Freitas e Moura, 2018).

e) Crítica aos Modelos de Decisão – Decision Model, que é a dinâmica de composição de grupos e de seus reagrupamentos no workshop de Geodesign, de modo a se chegar, por negociação, a uma proposta final. Como o processo de negociação acontece primeiro em um conjunto mais numeroso de times, que são reagrupados e se realiza negociação através de observação da tabela de frequência de uso de um diagrama (os diagramas comuns aos grupos são escolhidos e os de maior frequência são negociados), há o risco de ideias de valor serem perdidas porque não foram devidamente observadas. Há um reducionismo nas escolhas e, muitas vezes, algumas temáticas importantes do trabalho não chegam a ser devidamente contempladas (Camargos, 2020).

Diante das reflexões construídas pelo grupo do Laboratório de Geoprocessamento, coube à presente tese desenvolver um aplicativo para Geodesign, para Co-Crição e Geo-Colaboração, que visa ajustar as dificuldades observadas para a realidade da nossa cultura, propondo a seguintes revisões e apresentando nova framework com novo processo:

a) Para a crítica aos Modelos de Representação e de Processos – proposição do uso de ferramentas web-based de WebGis para amplo acesso a camadas de informações organizadas por contextos, com a função de enriquecimento de leitura.

b) Para a crítica aos Modelos de Avaliação – proposição de uso de ferramenta web-based na qual o usuário realiza o enriquecimento de leitura e pode gerar análises adicionais de seu interesse, na forma de gráficos em *dashboards*. Caso não haja o interesse no uso complexo da ferramenta, nada impede que o usuário construa sua análise de modo dinâmico, baseado em geovisualização, pela seleção de camadas e emprego de hierarquia de visualização e transparências.

c) Para a crítica aos Modelos de Mudança – proposição de ferramenta web-based na qual acontece o enriquecimento de leitura e o usuário registra anotações que podem ser alertas sobre características (vulnerabilidades e potencialidades) que ele quer destacar para os demais, ou que podem ser registros de ideias para projetos e políticas, espacialmente localizadas. O resultado da etapa é um *brainstorm* de ideias, na forma de pontos. Diante da observação dos pontos, os participantes podem também desenhar polígonos que representem, com mais informação espacial de dimensão e forma, a ideia para política ou

projeto. Não há a imposição de definição do polígono como de política ou projeto, outro conceito de difícil compreensão para os participantes.

d) Para a crítica aos Modelos de Impacto – proposição de ferramenta de Banco de Dados Geográfico e de ETL que compara os polígonos quanto às suas similaridades locacionais e topológicas. Ao avaliarem a adequabilidade dos diagramas, os participantes poderão descobrir que há ideias semelhantes, mas espacialmente deslocadas, ou mesmo de ideias semelhantes, mas com alguma variação na forma. Isto significa identificar que se está falando sobre uma mesma ideia, o que favorece o processo.

e) Para a crítica aos Modelos de Decisão – proposição de um método de registro de votações para cada diagrama, sem o risco de alguma ideia se perder em cálculos de frequência, mas baseado no método Delphi. Os participantes têm acesso a todos os diagramas (polígonos de ideias) desenhados para o workshop e votam em todos eles, indicando se é favorável ou não favorável, podendo deixar também anotações na forma de diálogos. É baseado em Delphi porque os participantes fazem a votação na forma de ciranda, cada grupo trabalha por vez em um contexto e deixa ali suas notas, que são vistas pelo próximo grupo. Então a visualização dos pensamentos dos demais favorece a reflexão no sentido da maximização de consensos. Realizada a votação em ciranda, através de emprego de script ETL são computados os votos obtidos por cada diagrama, e aqueles que tiveram melhor votação estão automaticamente eleitos, os que tiveram baixa votação estão automaticamente excluídos, e os que tiveram média votação serão novamente avaliados. A nova avaliação conta com o suporte de verificação de similaridade espacial e topológica, que substitui o modelo de impacto.

A proposta da ferramenta é assim estruturada (Fig. 84):

Fig. 84 – A plataforma de Geodesign: Cocriação e Geocolaboração

A plataforma é desenvolvida a partir da lógica de IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais), o que segue os padrões de produção e consumo dos dados, embora deva ser reconhecida como uma IDE Temática, uma vez que foi elaborada para uma finalidade específica – o projeto Quadrilátero Ferrífero – e para um uso específico – favorecer o Geodesign. Nesse sentido, ela recebe dados elaborados pela equipe do Laboratório de Geoprocessamento e que não são produzidos por agências públicas oficiais. Quando um dado institucional é utilizado diretamente, ele é consumido via serviço (WMS) através de um link para sua visualização como suporte cartográfico. No entanto, todas as outras camadas temáticas disponibilizadas passaram por elaboração técnica de produção de conteúdo, a partir de outras variáveis, então possuem referências de origem de alguns dados, mas são mapas autorais.

A relação de mapas trabalhados foi apresentada no item **D**, quando da apresentação dos produtos mensuráveis da pesquisa (49 mapas temáticos e 26 mapas de síntese de variáveis). O que muda, neste novo estudo de caso também do Quadrilátero Ferrífero (QF), que incluir o potencial de IDE & WebGis & Geodesign, é a composição dos contextos. Observamos, através dos testes iniciais da plataforma, que a abertura de muitos contextos de investigação é um fator de complicação. Então decidimos por reunir o conjunto de contextos e temáticas de abordagem em 4 grandes eixos, nos quais a coleção de dados seria distribuída, sem o risco de o usuário carregar camadas de um contexto para o outro. Os novos contextos para o estudo de caso foram:

a) Produção – Territórios e Poderes – com o objetivo de discutir a produção econômica e os possíveis desenvolvimentos e empreendedorismos no QF, incluindo da mineração às atividades imobiliárias, da produção local às novas possibilidades econômicas.

b) Cultura – Região e Identidade – com o objetivo de mapear as ocorrências de valor cultural, na paisagem urbana ou ambiental, assim como as possibilidades de desenvolvimento desse valor no QF.

c) Ambiente – Paisagem e Percepção – com o objetivo de mapear os recursos existentes de cobertura vegetal e bens hídricos, assim como as definições de proteção em vigência.

d) Habitar – Lugar e Vivência – com o objetivo de caracterizar a ocupação antrópica existente quanto a tipologias, recursos, infraestrutura, conexões, novas ocupações, riscos à ocupação, renda, serviços básicos, entre outros.

Esta relação de divisão foi baseada em Correa (2003) que define o espaço geográfico e os conceitos-chave em geografia como compostos por Paisagem, no qual se trabalha o valor da percepção; o Lugar, no qual se trabalha o valor da vivência; A Região, na qual se trabalha o valor da diferenciação; e o Território, no qual se trabalha o valor do poder. Contudo, cada organizador pode montar os seus contextos do modo que pensar ser mais ajustado às discussões e negociações, mas já observamos que um número mais enxuto de contextos é uma escolha mais indicada para não ampliar a complexidade no recebimento de informações.

Cabe destacar que o acesso ao expressivo conjunto de camadas temáticas se dá, inicialmente, pela escolha do contexto, que é entrada na coleção cartográfica mediante escolha de um motivo principal de leitura sobre o território (Figura 85, Figura 86). Destaca-se, contudo, que o usuário pode buscar camadas de um contexto para o outro e, principalmente, por se tratar de uma IDE, o usuário pode buscar camadas pelo Catálogo de Metadados.

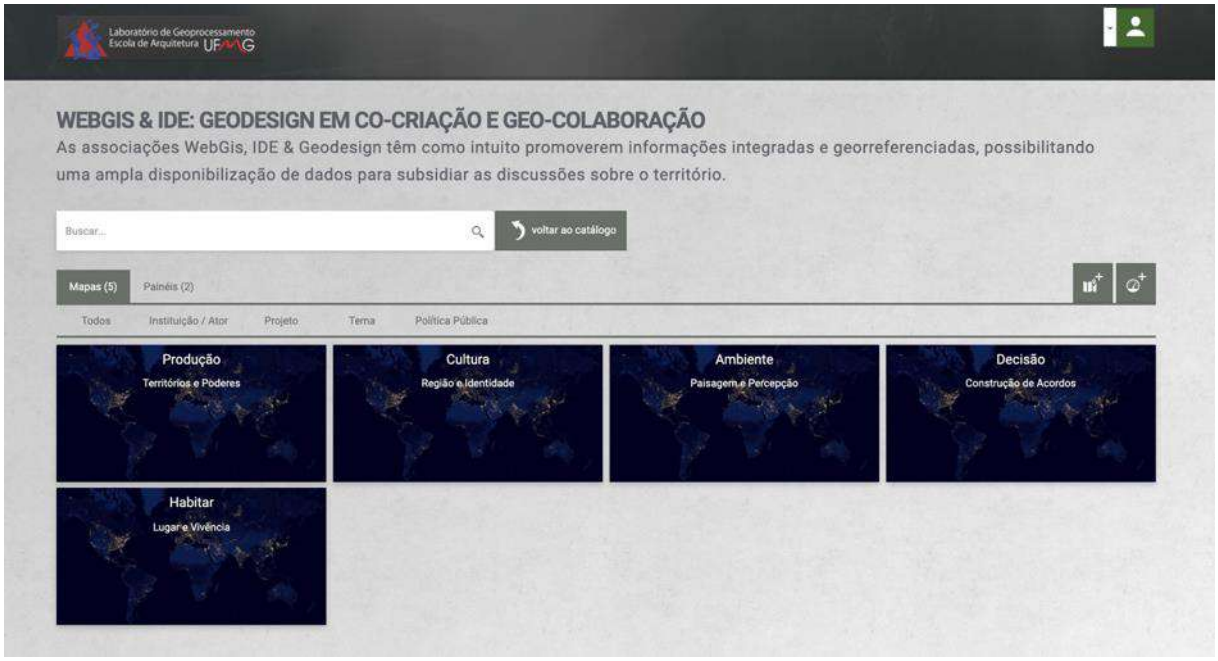


Fig. 85 – A plataforma de Geodesign: entrada para leitura das informações através de contextos. No exemplo, os contextos "Produção", "Habitar", "Cultura e "Ambiente", e há ainda o contexto de "Decisão" para visualização de resultados parciais e finais. Fonte: Freitas (2020).

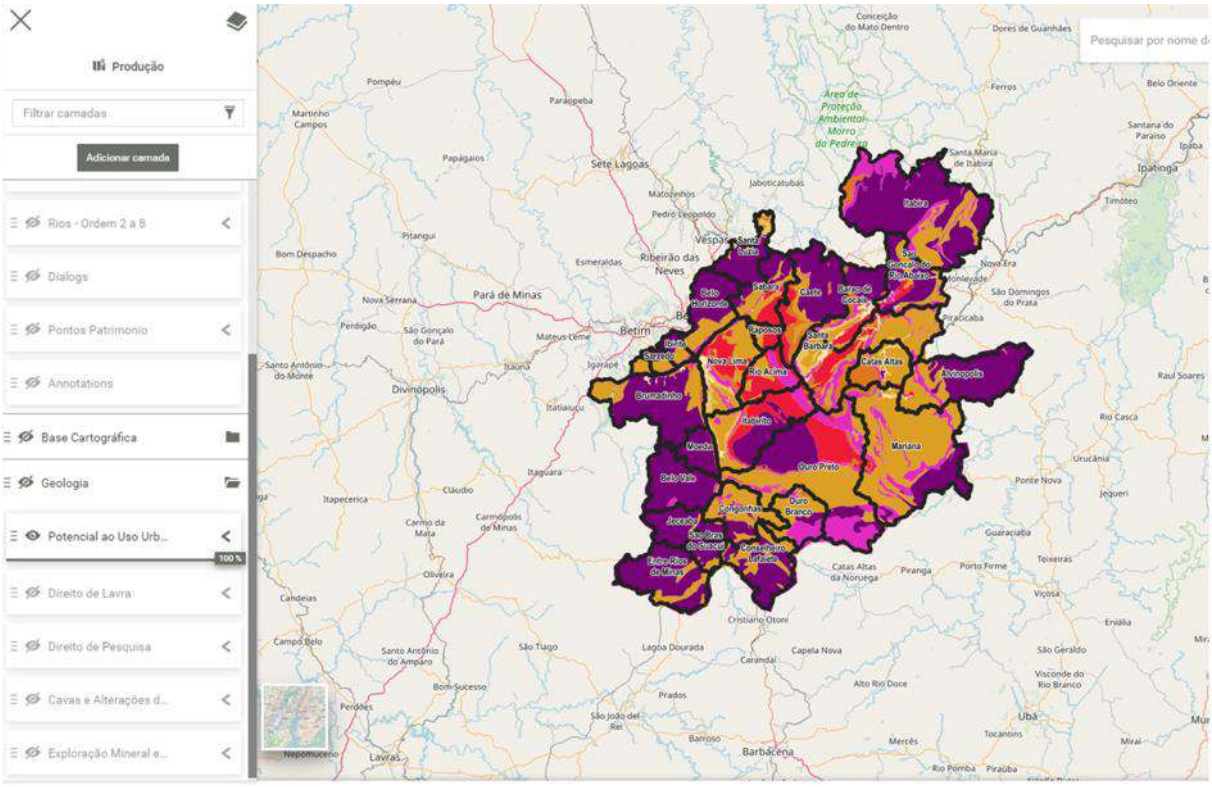


Fig. 86 – A plataforma de Geodesign: exemplo de entrada para leitura das informações através do contexto "Produção" – acesso a coleção de mapas temáticos específicos da temática. Fonte: Freitas (2020)

Em relação aos metadados, que são os "dados sobre os dados", o usuário pode fazer buscas por palavras-chave, por tópicos, por condição de acesso ao dado (disponível ou não para download), pelo contato com o responsável, entre outras possibilidades. O fato de contextos terem sido organizados já com o conjunto de camadas temáticas favorece que os participantes visualizem e analise aspectos relevantes para o workshop, a juízo do organizador, mas ele pode ampliar esta etapa de leitura sobre

o território carregando, a seu juízo, outras informações que por ventura pensar serem também relevantes para um posicionamento, na forma de criação de opiniões ou tomada de decisões (Figura 87, Figura 88 e Figura 89).

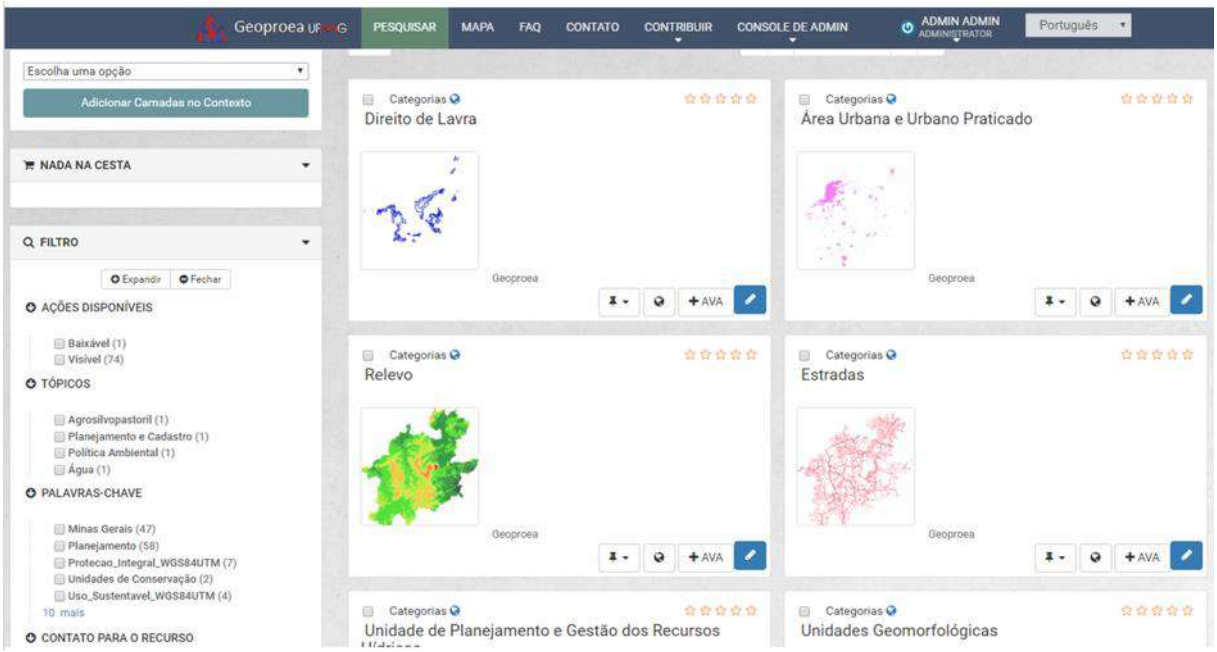


Fig. 87 – A plataforma de Geodesign: consulta de camadas de informação pelo catálogo de metadados. Fonte: Freitas, 2020.

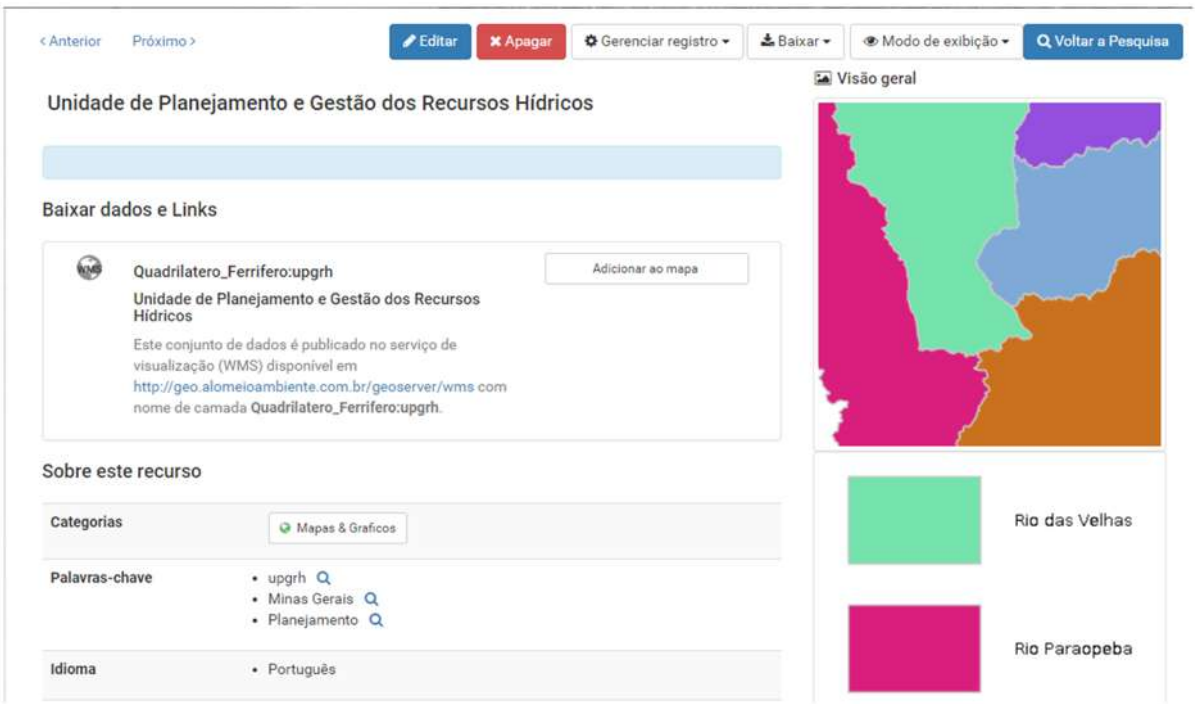


Fig. 88 – A plataforma de Geodesign: consulta de camadas de informação pelo catálogo de metadados. Fonte: Freitas, 2020.

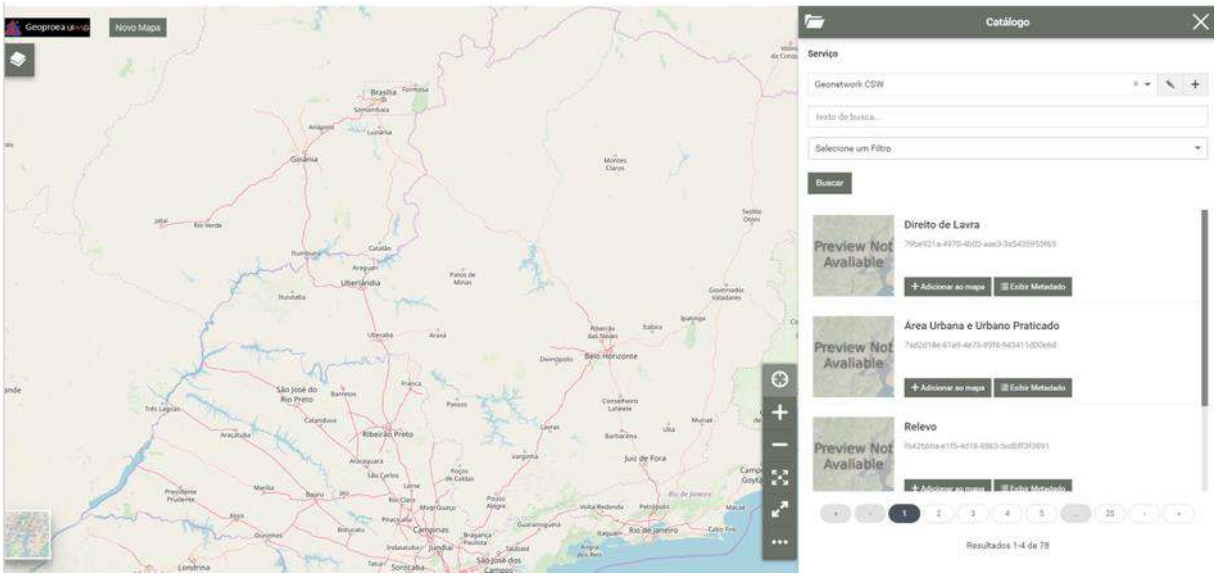


Fig. 89 – A plataforma de Geodesign: consulta de camadas de informação pelo catálogo de metadados, através de buscas no próprio projeto ou buscas por WMS (*web map service*) que são dados de outras plataformas. Fonte: o autor.

O usuário pode realizar consultas básicas, do tipo “em tal localidade, quais são as características? e tais características onde estão localizadas?” (Moura, 2003), ou mesmo ampliar as consultas gerando gráficos através do *dashboard* (Figura 90). Nesse sentido, a plataforma é suficientemente flexível para favorecer que diferentes grupos de usuários façam usos que sejam proporcionais ao próprio interesse, capacidade e objetivo de investigação. Isto significa a possibilidade de ampliar a geovisualização, que já foi uma preocupação na estruturação dos contextos e no tratamento dado à semiologia gráfica, mas que abre outra forma de se consumir a informação geográfica. Caberá ao condutor do processo observar em cada workshop até onde ele irá incentivar aos diferentes participantes a chegarem, em função de uma série de fatores relacionados a objetivos, tempo, grupos envolvidos e características do território, ou seja, recortes: temporal, espacial, metodológico e conceitual (Moura, 2003).

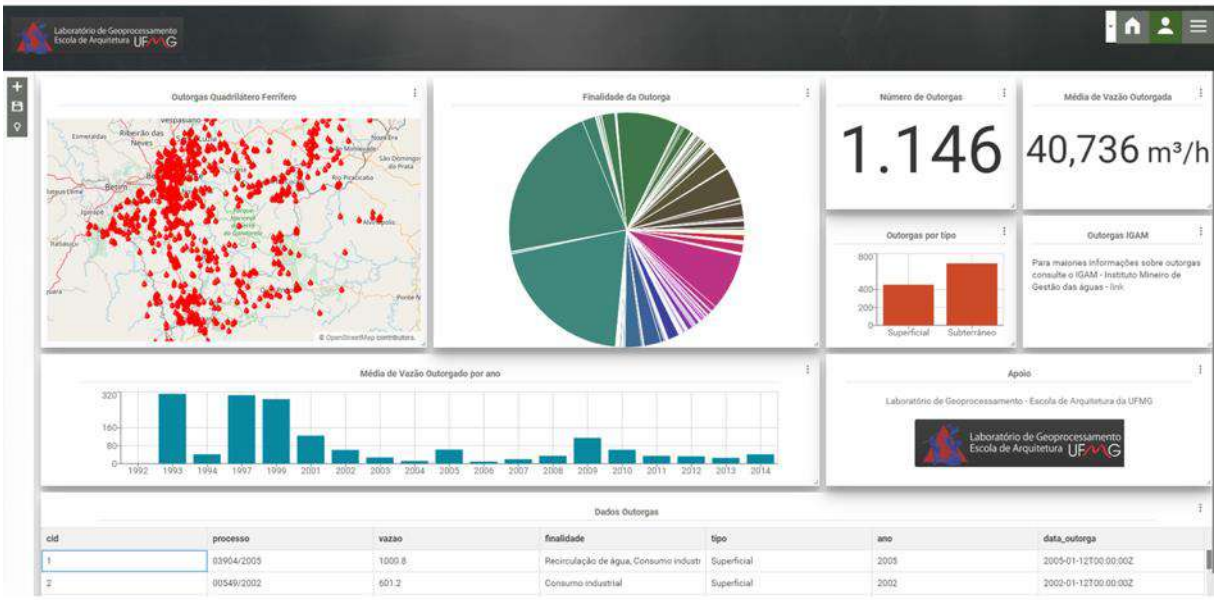


Fig. 90 – A plataforma de Geodesign: consulta de maior complexidade através de produção de gráficos no *dashboard.* Fonte: Freitas, 2020.

Realizada a ampla consulta pelos participantes às camadas de informação organizadas pela equipe condutora nos contextos, eventualmente com o uso do catálogo de metadados para se ampliarem as possibilidades de consulta através de busca de camadas adicionais na coleção do próprio projeto ou em outras plataformas, e ainda eventualmente ampliada também a complexidade de avaliações através da construção de gráficos que facilitam a visualização e a geovisualização da informação, é então o momento de pedir ao usuário que se torne um participante ativo. A participação ativa acontece quando ele registra, em cada contexto, anotações que sejam alertas que eles gostariam que outros recebessem, ou mesmo ideias iniciais que ele gostaria que os demais já considerassem. É uma ferramenta de enriquecimento de leitura que favorece a construção de opiniões individuais, através de reflexões sobre as informações, e opinião cidadã quando há defesas de pensamentos e se começa um *brainstorm* sobre o estudo de caso (Figura 91).

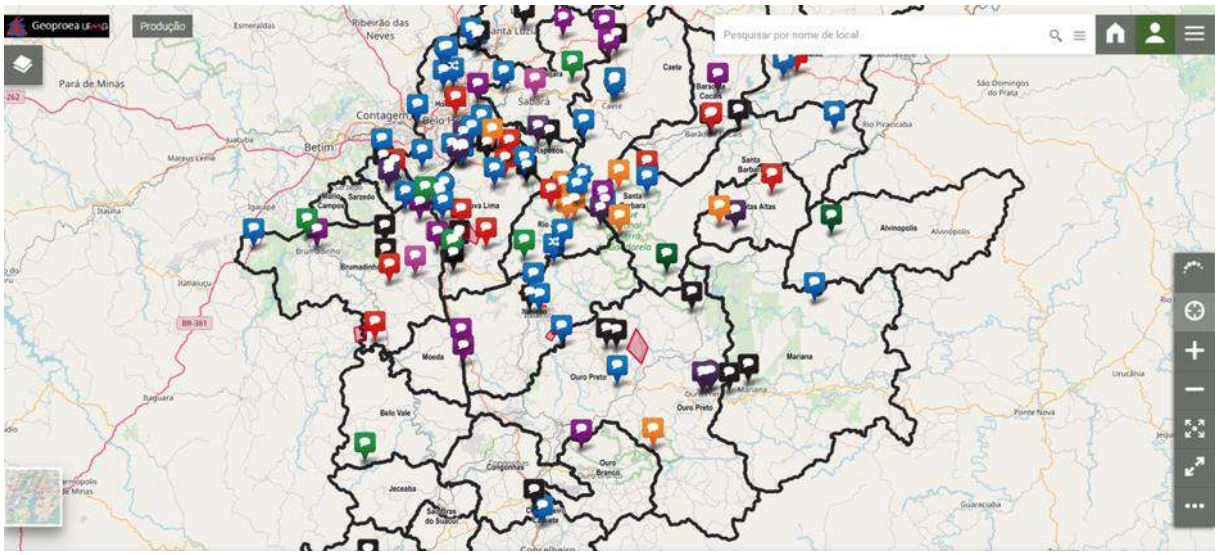


Fig. 91 – A plataforma de Geodesign: coleção de anotações, separadas por cores segundo temática, que favorecem o diálogo sobre questões principais de destaque ou sobre ideias iniciais para a área. Fonte: Freitas, 2020.

Realizado o *brainstorm* de ideias e opiniões gerais, o participante, individualmente ou em grupo (o que deve ser decidido pelo coordenador, pois cada workshop pode ter uma dinâmica de composição de atores em cada momento), analisa as ideias gerais a desenha polígonos daqueles que ele ou o seu grupo de trabalho julgarem relevantes. A expectativa é que os polígonos de propostas sejam elaborados por quem conhece o território, para adequação geográfica no sentido de posição, escala e conteúdo. Esses polígonos passam então por avaliação coletiva, em processo de votação individual ou por grupos, o que também deve ser decidido pelo coordenador em cada estudo de caso (Figura 92).

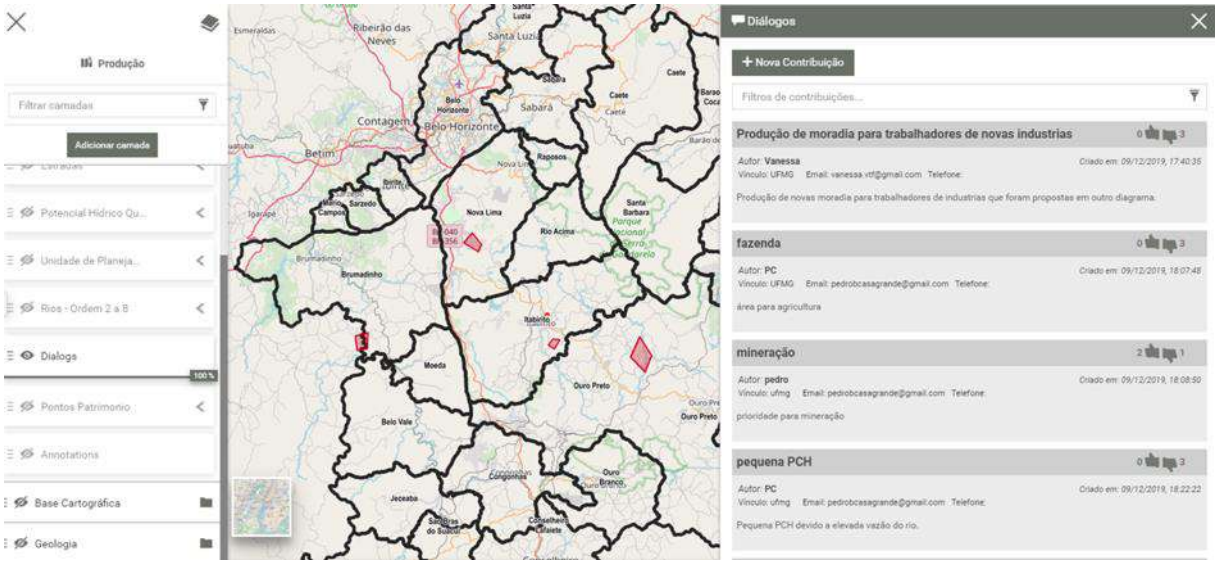


Fig. 92 – A plataforma de Geodesign: elaboração de polígonos de ideias na forma de diálogos, contendo representação gráfica, autor, título e descrição. Fonte: Freitas, 2020.

Depois é aplicado um *script* baseado em ETL (*Extract Transform and Load*) que calcula a estatística das votações, de modo que os polígonos que tiveram mais de 60% de aceite estão automaticamente eleitos, os que tiveram até 40% dos votos são automaticamente descartados, e o coordenador organiza nova rodada de escutas e votações para se decidir sobre os polígonos que ficaram acima de 40% e abaixo de 60% nas votações dos participantes. Esses valores de percentual de votação para corte podem ser facilmente ajustados pelo condutor em cada workshop.

O processo é baseado no método Delphi, proposto na década de 50 pela indústria militar americana Research and Development (RAND) com o objetivo de fazer escutas estruturadas e dividir responsabilidades mediante maximização de consenso de opiniões. O nome vem do Oráculo de Delfos, pois o objetivo é emitir opiniões ou sugestões para a tomada de decisões. Dalkey e Helmer (1963) e Linstone e Turoff (2002) explicam que o procedimento é composto por rodadas de opiniões, nas quais as respostas parciais sobre o que a maioria pensa são mostradas para os participantes que têm a chance de fazer ajustes em suas opiniões.

O que ocorre é que quando um grupo, ou uma pessoa se a votação foi individual, não foram favoráveis a uma proposta, mas observam que ela foi bastante popular (a exemplo próxima dos 50 ou 60% de aprovação, mas dentro da faixa média acima de 40 e abaixo de 60% que foi para a revisão da votação), eles a analisam com mais cautela e podem rever suas opiniões, e o mesmo para os polígonos menos votados (próximos de 40%, mas ainda dentro da faixa da média). E assim, nesse processo de Geodesign brasileiro, se constrói coletivamente um conjunto de propostas para um caso de estudo, baseado em co-criação e geocolaboração.

Também como auxiliar na tomada de decisões é aplicado o algoritmo de similaridade topológica, que verifica para cada polígono em fase de negociação se ele está dentro, intercepta ou contém outros polígonos da própria temática ou de outras temáticas, para se verificar possíveis conflitos ou confluências de interesse. O processo de análise de similaridade é realizado por um script ETL, conforme já explicado em capítulo anterior. O script é rodado pelo coordenador antes da fase final de negociação e o algoritmo interage com a plataforma, resultando na visualização de resultados que podem ser mais um suporte à decisão.

O arcabouço de utilização da plataforma, que é o framework para a adaptação do Geodesign à realidade brasileira, e produto da presente tese, segue as etapas (Figura 93)

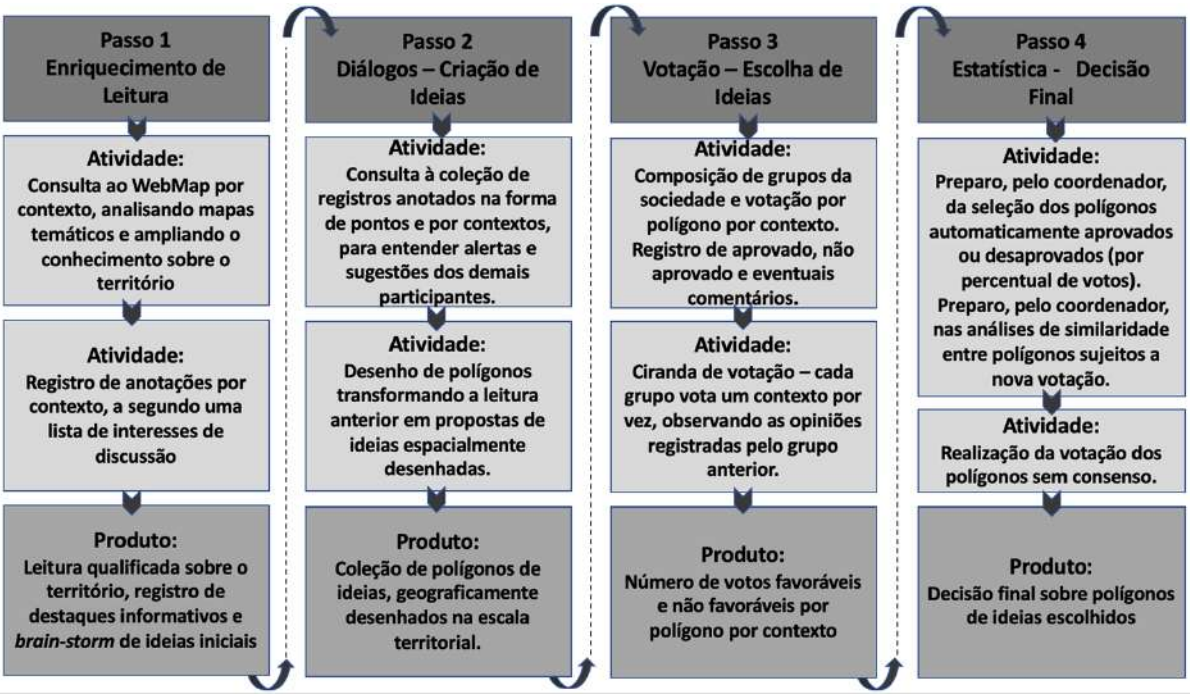


Fig. 93 – Framework de trabalho no Geodesign por Co-Criação e Geocolaboração. Fonte: Freitas, 2020.

p.4.1.a Geodesign: cocriação e geocolaboração no Estudo de caso Quadrilátero Ferrífero, MG

A região do Quadrilátero Ferrífero, entendida como unidade geológica, está localizado no Centro–Sul do Estado de Minas Gerais, abrangendo uma área de aproximadamente 7.000 km ². Ocupa uma região circundada de serras que possuem altitudes em torno de 1.000 metros e há picos com elevação altimétrica superior a 2.000 metros, sendo elas: a Serra do Rola Moça, Serra do Curral, Serra da Piedade, Serra do Espinhaço, Serra do Gandarela, Serra do Caraça, Serra de Ouro Preto, Serra de Ouro Branco e a Serra da Moeda. É composto por importantes cidades do ciclo do ouro e do minério de ferro, entre elas Ouro Preto, Mariana, Ouro Branco, Congonhas, Catas Altas, Santa Bárbara, barão de Cocais, Caeté, Novas Lima, Brumadinho e Conselheiro Lafaiete. É também composto por paisagens notáveis em parques, unidades de conservação e reservas particulares do patrimônio natural (UCs e RPPNs). Nele estão nascentes do Rio Doce e do São Francisco. Por outro lado, a cidade de Belo Horizonte está na borda do Quadrilátero Ferrífero, embora destoe particularmente do restante da área, tendo sido incluída pelas fortes conexões de deslocamentos e serviços.

O Quadrilátero Ferrífero é uma área de conflitos de interesse, pois é de expressivo valor econômico, ambiental, cultural e social. É importante território da mineração brasileira e possui jazidas que têm tanto valor que deram nome ao minério no mundo (minério de Itabirito); possui paisagem cultural e histórica que relata a ocupação humana em Minas Gerais (cidades do ouro e paisagens do ferro); é área de expansão e dinamização urbana no eixo sul de Belo Horizonte sentido Rio de Janeiro, sentido Nova Lima e sentido Ouro Preto; e possui paisagens ambientais notáveis. Tudo no mesmo território.

Em função de seu valor inquestionável e seu forte vínculo com a cultura mineira, o Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG elegeu o território como sua área de pesquisa desde 2016, quando recebeu apoio de projeto do CNPq. Na verdade, desde a criação do Laboratório em 2010 o seu logotipo já era o desenho do QF, mas os estudos se potencializaram através do apoio CNPq. A presente tese foi desenvolvida no contexto deste projeto e é uma contribuição a ele. O grupo

do Laboratório já vem realizando estudos sobre o QF na forma de produção de mapas, o que tornou possível a alimentação da plataforma conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Relação de camadas elaboradas para a IDE & Web-Gis do Quadrilátero Ferrífero:

CONTEXTO	TEMA	MAPAS
Default (bases que atendem a todos os contextos)		Relevo/Altimetria
		Municípios/Limites
		Estradas
		Vias Urbanas
		Manchas Urbanas
		Limite Quadrilátero Ferrífero
Geologia Econômica	Atividade Mineral	Tipos de Extração Mineral
		Estratigrafia Geológica
	Direitos de lavra e pesquisa na mineração solicitados e autorizados pelo CPRM	Direito de Lavra
		Direito de Pesquisa
	Potencial ao uso urbano segundo Geologia	Potencial de Uso Urbano por Riscos Geológicos
	Mineração a céu aberto	Áreas transformadas pela mineração
Hidrografia	Otto bacias nível 3	Classificação Oficial Níveis de Bacias pela Agência Nacional das Águas
	Hidrografia	Cursos e corpos d'água
Geomorfologia	Risco por Declividade	Risco de Ocupação segundo Declividades
	Contaminação do lençol freático	Risco de Contaminação de Aquífero
	Vulnerabilidade à erosão	Vulnerabilidade à Erosão
	Índice de Concentração da Rugosidade do Relevo	ICR
	Índice de Hack	Índice de Hack
	Unidades Geomorfológicas	Classificadas a partir de unidades de relevo pela CPRM
	Índice Geomorfológico de Potencial de Uso da Terra	IGPTU

	Cobertura do Solo	Cobertura do solo
	Risco à ocupação urbana	Risco à ocupação urbana
	Potencial ao uso urbano segundo Geologia	Potencial de Uso Urbano por Riscos Geológicos (*novamente neste contexto)
Turismo de Natureza	Acessibilidade Turística	Estradas
		Trilhas, trekking e mountain bike
	Picos de Serras de Interesse Visual	Recorte Topográfico de Topos
	Pontos de Interesse de Visitação	Sítios Classificados
	Unidades de Conservação	Uso Sustentável
		Proteção Integral
Cobertura Vegetal	Cobertura Vegetal	Tipos principais de Vegetação
	Unidades de Conservação - Uso Sustentável	Uso Sustentável (*novamente neste contexto)
	Unidades de Conservação - Proteção Integral	Proteção Integral (*novamente neste contexto)
Patrimônio Cultural	Campo de Visada - Tipo de Paisagem Vista	Cristas e Serras de Ampla Visibilidade
		Níveis de Visada
		Soma de todas as visadas e separadas pelo tipo de paisagem vista
	Campo de Visada - Visão a Partir de Mirantes	Área Vista
	Patrimônio Cultural	Serras Relevantes e Conjunto Topográfico
		Pontos de Interesse de Patrimônio
	Bens Patrimoniais Associados à Mineração	Patrimônio associado à atividade minerária
Novas Urbanizações e Condição Urbana	Novas Urbanizações	Novos Assentamentos
	Aglomerados Urbanos	Conexões entre áreas urbanas
		Hierarquia Urbana
		Aglomerados Urbanos
Eixos Rodoviários	Rodoviário	Mobilidade de Acessos - Malha Viária
		Estradas e Vias Urbanas

Habitação	Tipologias de Ocupação	Tipologia de Ocupação
	Postos de saúde	Postos de saúde
	Escolas	Escolas
	Rede de esgoto	Rede de esgoto
	Renda	Renda Média
	Risco à ocupação urbana	Risco à ocupação urbana (*novamente neste contexto)
	Infraestrutura	Infraestrutura (Rede de Água, Rede de Esgoto, Coleta de Lixo)

O grupo do Laboratório já havia realizado, também, desde 2017, um conjunto de workshops de Geodesign para o Quadrilátero Ferrífero organizados na forma de das abordagens econômica, ambiental e social. Foi realizado um workshop do Quadrilátero Ferrífero abordagem Econômica, dois workshops Quadrilátero Ferrífero abordagem Ambiental e dois workshops Quadrilátero Ferrífero abordagem Social. Para cada um desses workshops foram produzidos Modelos de Representação, Modelos de Processos, Modelos de Avaliação, Modelos de Impacto, Modelos de Mudança e Modelos de Decisão. Em todos eles, foi utilizada a plataforma GeodesignHub, produzida por Ballal e sob orientação de Steinitz (Ballal, 2015; Ballal e Steinitz, 2015). Seria o momento de realizar uma integração dos estudos e favorecer um workshop que contemplasse simultaneamente as abordagens econômica, ambiental e social. E para esta integração foi utilizada a plataforma produto desta tese, a WebGis & IDE: Geodesign em processo de co-criação e geocolaboração.

O workshop aconteceu totalmente online, em atividades individuais programadas e atividades coletivas por videoconferência, uma vez que aconteceu na fase de afastamento social do Covid-19, no mês de abril. Foram 4 tardes de atividades, em total de cerca de 16 a 20 horas, dependendo do interesse de envolvimento do participante. O primeiro passo foi individual e cada um seguiu no seu tempo, os passos seguintes aconteceram em grupos trabalhando por videoconferência em três tardes. Foram 25 participantes e 5 mediadores, em total de 30 pessoas. Destas pessoas, 100% já tinham experiência com geoprocessamento e dados geográficos, 50% já havia passado por um outro workshop de Geodesign na outra plataforma (GeodesignHub), todos profissionais ou estudantes de graduação ou pós-graduação, atuantes nas áreas de arquitetura e urbanismo, geografia, geologia, engenharia ambiental, biologia e ciências sociais.

p.4.1.a. Passo 1 – Enriquecimento de Leitura

Os participantes receberam, antes do início das atividades do workshop em si, um material informativo sobre utilizar a plataforma. Receberam um link e informações sobre usuário e senha. A tarefa seria ler os conteúdos de cada contexto, na forma de mapas, interpretando as informações geográficas. Nessa tarefa eles poderiam mudar as posições das camadas, aplicar transparências, carregar camadas de um contexto para o outro através do Catálogo de Metadados, ou mesmo carregar novas informações de interesse e contidas em outras plataformas, na forma de WMS (*web map service*).

Após se informar sobre as principais características da área, eles foram incentivados a fazerem “Anotações”, na forma do registro de um ponto georreferenciando no qual são inscritos comentários sobre alertas de problemas existentes, informações adicionais sobre a área, destaque de valores a

serem considerados, opiniões sobre como atuar naquela porção, ideias de possíveis projetos e políticas para a área. Anotações livres, cujo objetivo era, realmente, o enriquecimento de leitura sobre as características do território, mas também sobre opiniões na forma de *brainstorm*. Os registros são salvos por cada participante e a cartografia é atualizada dinamicamente, podendo ser lida por todos.

Para facilitar a conexão entre ideias, os participantes são orientados a seguirem uma relação de cores e símbolos em seus pinos, para que os demais usuários verificassem onde estavam falando sobre a mesma temática de seu interesse, e fazer associações de leitura. O processo é realizado individualmente e no tempo de interesse do participante. Indica-se que o material informativo de modo usar a plataforma e como registrar suas anotações seja enviado com o tempo mínimo de uma semana para os participantes. Em anexo, a orientação enviada (Anexo 1) e a seguir exemplo de visualização de resultado (Fig. 94).

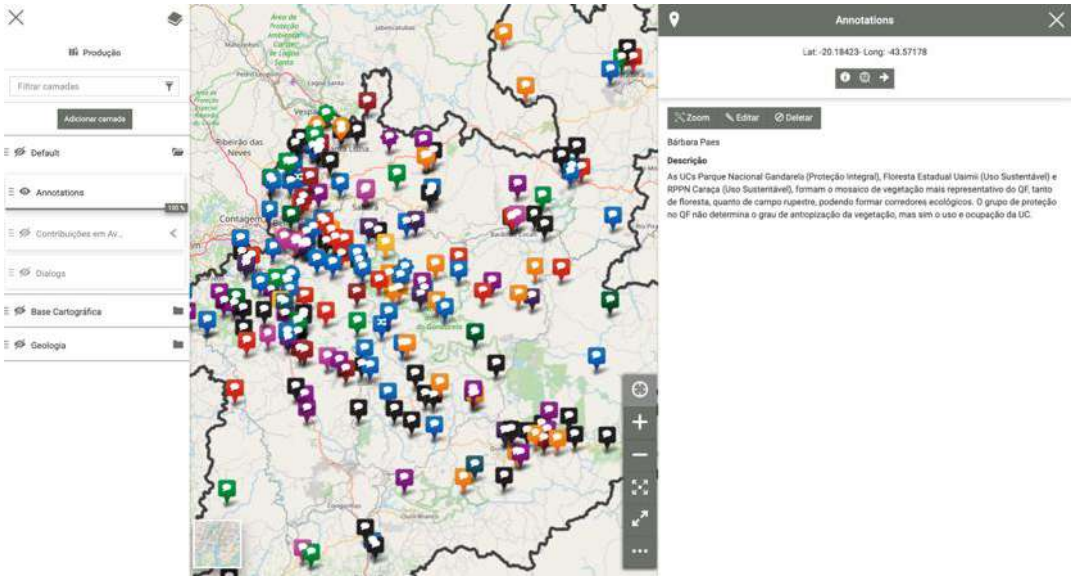


Fig. 94 – Resultado de Enriquecimento de Leitura – pontos de anotações com seus respectivos comentários, simbolizados segundo relação de temas de interesse. Fonte: Freitas, 2020.

p.4.1.a. Passo 2 – Diálogos – Criação de Ideias

A partir da leitura das anotações realizadas por todos os participantes na etapa anterior, é o momento de transformar o *brainstorm* de ideias em propostas para o território. Não solicitamos que o usuário separe suas ideias em políticas e projetos, mas que registre polígonos que devem ter autoria, um nome bem claro e, muito importante: uma descrição que favoreça que os demais compreendam a proposta.

O participante desenha sua ideia por contexto, através da interface de "Diálogos". Ele pode usar como camada de suporte a que for de sua prefer6encia, que favoreça que ela compreenda "onde" ele irá propor "o que". Destaca-se que se o participante não conhece o território previamente em sua problemática, ou não conseguiu conhecer através da etapa de enriquecimento de leitura, ele não consegue ou não se sente confortável em desenhar um polígono, pois a forma como a contribuição acontece exige que o pensamento esteja bem estruturado.

Em experiências anteriores em outra plataforma já utilizada, como o GeodesignHub, o participante poderia se apoiar em mapas que diziam quais eram os lugares adequados para se colocar propostas, e bastava que a pessoa desenhasse ali um polígono para cumprir tarefa. Existia a possibilidade de

incluir descrições, mas não era mandatório. Nesse sentido, na plataforma que estávamos utilizando anteriormente o usuário poderia atuar de modo menos consciente, o que não acontece mais na nova plataforma proposta.

O participante não necessariamente encontrará entre as camadas do contexto um mapa síntese, na forma de "Mapa de Avaliação", indicando os lugares ótimos para desenhar propostas. A juízo do coordenador, uma camada assim até pode ser carregada entre as demais, mas não será nunca a única camada que já apresenta uma síntese e reduz a possibilidade de interpretação e posicionamento do usuário. Defende-se que a mais rica coleção de mapas realmente dificulta o processo de interpretação, análise e síntese, mas o resultado é uma participação menos "conduzida" e mais consciente.

No estudo de caso do Quadrilátero Ferrífero já existiam ideias, na forma de polígonos com políticas e projetos, elaborados nos 5 workshops anteriores que aconteceram nos eixos de investigação Econômico, Ambiental e Social. Em cada um desses workshops foram realizadas negociações com os grupos representantes de pensamentos da sociedade (*stakeholders*) e se chegou, em cada workshop, a um "Design" negociado contendo proposta para a área segundo diferentes temáticas. Somando as propostas aprovadas nos 5 workshops já existiam 211 polígonos. Diante disto, e como o objetivo era fazer um fechamento geral de todas as propostas e se chegar a um único novo "Design", esses polígonos foram todos carregados no sistema, de modo que quando o participante chegou para a etapa já existia a possibilidade de visualizar esta camada.

A coordenação precisou fazer download dos polígonos na plataforma utilizada nos workshops, o GeodesignHub, e decidir sobre a distribuição das ideias nos eixos de Habitar, Cultura, Ambiente e Produção. Esta distribuição foi feita segundo o sistema no qual o polígono se encontrava na etapa anterior e segundo o seu título/nome.

Os polígonos já existentes como contribuição eram, por contexto: 71 no Habitar, 38 na "Cultura", 57 no "Ambiente" e 41 na "Produção". Desta forma, o participante primeiro avaliava o conjunto de polígonos de propostas já existente para verificar se eles já contemplavam suas ideias para cada contexto e, caso ainda desejasse incluir nova contribuição, ele fazia o desenho através da janela de "Diálogos" (Figura 95, Figura 96).

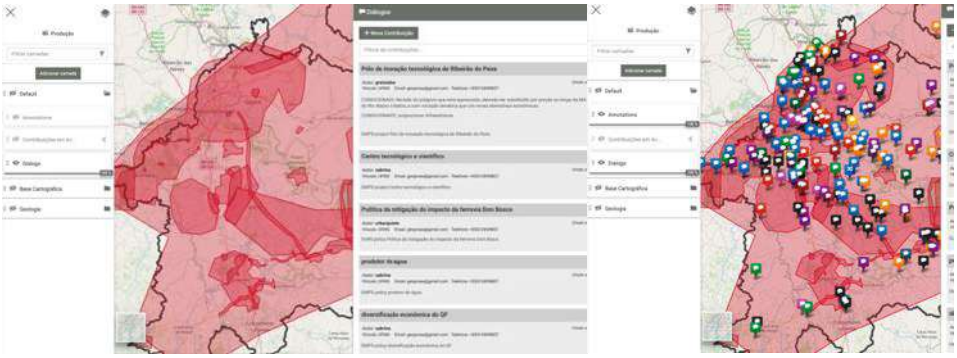


Fig. 95 – Etapa de Criação de Ideias através de polígonos: avaliação dos polígonos já disponíveis ou desenho de novos polígonos. Avaliação por observação do polígono e/ou por comparação com a coleção de pontos de anotações existentes. Fonte: Freitas, 2020.

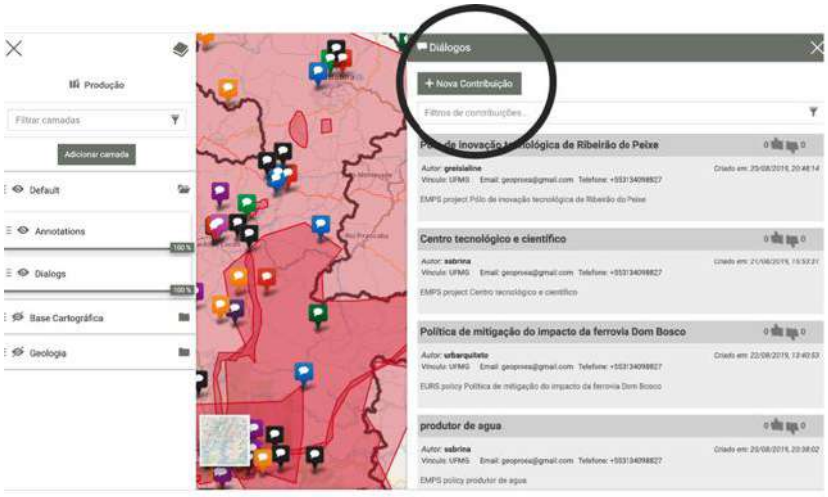


Fig. 96 – Etapa de Criação de Ideias através de polígonos: desenho de novas contribuição na caixa de Diálogos. Fonte: Freitas, 2020.

p.4.1.a. Passo 3 – Votação – Escolha de Ideias

Os participantes foram perguntados sobre suas áreas de atuação profissional e sobre suas expertises, para que fossem colocados inicialmente nos grupos de trabalho no qual poderiam dar opiniões mais seguras. Eles foram distribuídos entre os grupos “Habitar”, “Cultura”, “Ambiente” e “Produção”, e a cada um desses grupos foi designado um mediador, da equipe do Laboratório de Geoprocessamento, também segundo área prioritária de atuação. Em reunião de grupo por videoconferência foi solicitado a cada time que avaliasse e comentasse cada polígono (contribuição) inicialmente do contexto no qual foi colocado. Esta etapa durou dois dias, em duas tardes de encontro, e cada grupo teve 2 horas para discutir cada contexto, na forma de ciranda ou ciclo de discussão.

A exemplo: o grupo A - composto por pessoas com expertise, afinidade ou interesse com o contexto de “Habitar” - iniciou discutindo, comentando e avaliando as contribuições daquele contexto, e gastou duas horas nesta atividade. Na segunda parte da tarde, esse grupo passou a trabalhar no contexto “Cultura”. Na reunião seguinte, no início da tarde esse grupo trabalhou o contexto “Ambiente”, e na segunda parte da tarde trabalhou o contexto “Produção”. Em paralelo, o grupo B – composto por pessoas inicialmente mais aptas para o contexto “Cultura” - iniciou discutindo esse contexto, depois passando para o contexto “Habitar” no meio da tarde, na reunião seguinte começando com o contexto “Produção” para, finalmente, no meio da tarde discutir o contexto “Ambiente”. Da mesma forma, o grupo C – composto por pessoas com mais condições de discutir o contexto “Ambiente” – começou por ele, para passar depois para “Produção”, na reunião seguinte discutir o “Habitar” e no meio da tarde finalizar com o “Cultura”. Também da mesma forma o grupo D – composto por pessoas com expertise em “Produção” começou por este contexto, para depois discutir o “Ambiente”, seguido do “Cultura” e terminando com o “Habitar” (Fig. 97).

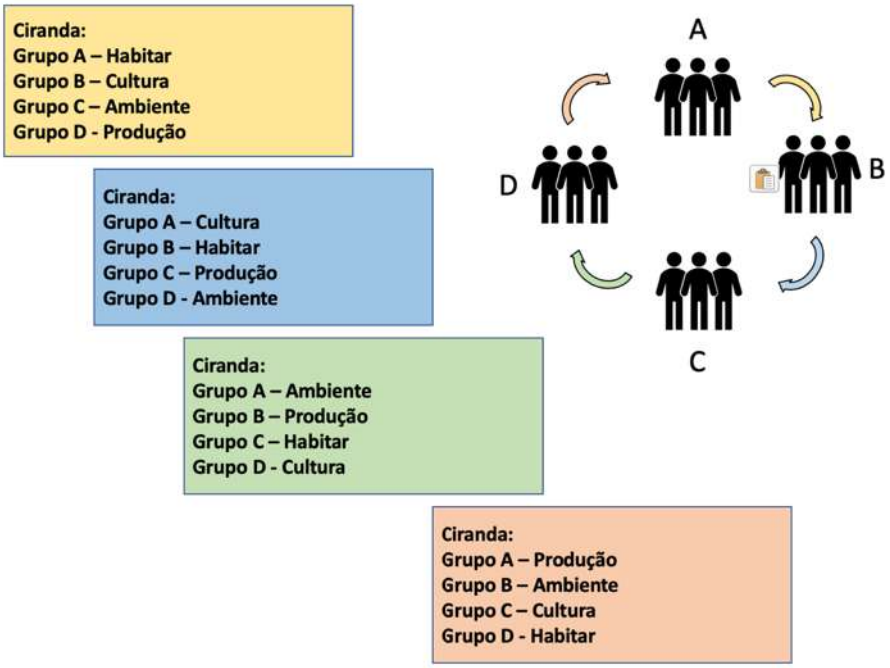


Fig. 97 – Etapa de Votação na forma de Ciranda – inscrição de comentários e votos através da interface de Diálogos, em ciranda de votação. Fonte: Freitas, 2020.

Esta forma de avaliação, na forma de uma ciranda de registro de opiniões e de votação, segue princípios do método Delphi de maximização de consenso. Os primeiros a comentarem e votarem nas contribuições de um contexto são os que têm mais conhecimento, afinidade ou interesse em um tema. Quando os demais participantes de outros grupos chegam para comentar ou votar nas contribuições, de alguma forma eles são influenciados pelos registros já colocados nos Diálogos. Assim, se o participante tem clareza e informações suficientes para se posicionar, ele não é influenciado pelo que já está registrado, mas se ele tem alguma dúvida, ele certamente irá ler críticas, alertas, informações técnicas e votos para então se posicionar.

O processo aconteceu com os mediadores chamando o grupo de 4 a 5 participantes por videoconferência e incentivando que os participantes abrissem os contextos na forma de ciranda e avaliassem por conta própria, fazendo comentários por escrito em cada contribuição ou polígono e deixando ali o voto de “like” e “don’t like” (aprovado ou não aprovado). Embora o registro de comentário e o voto fossem individuais, durante o tempo de trabalho o grupo poderia chamar para uma discussão coletiva, trocar ideias, pedir informações adicionais aos demais (Fig. 98, Fig. 99).

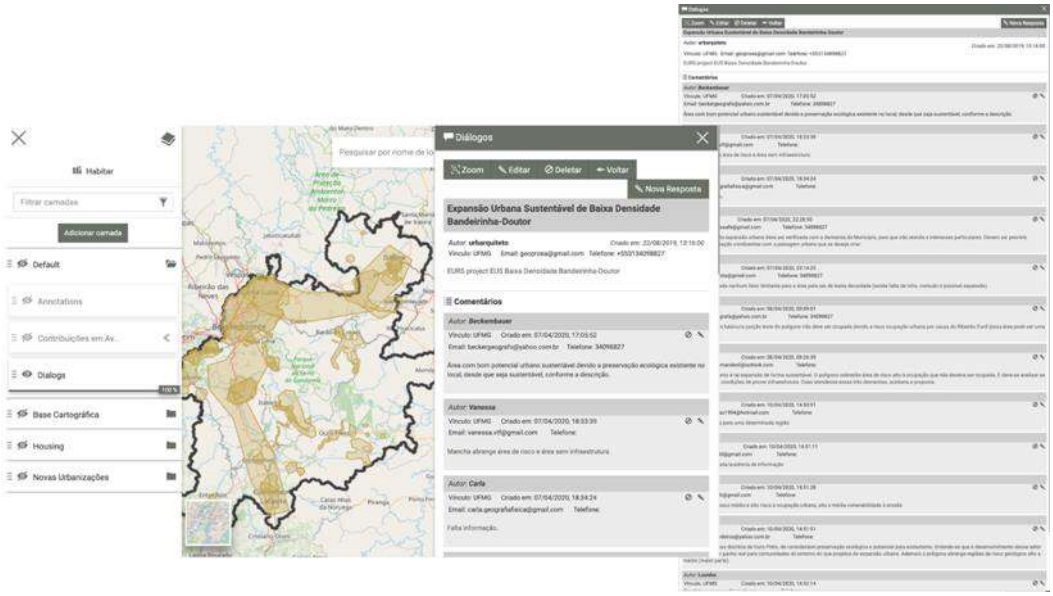


Fig. 98 – Comentários por contribuição. Observa-se que alguns polígonos geram muitos comentários. Fonte: Freitas, 2020.

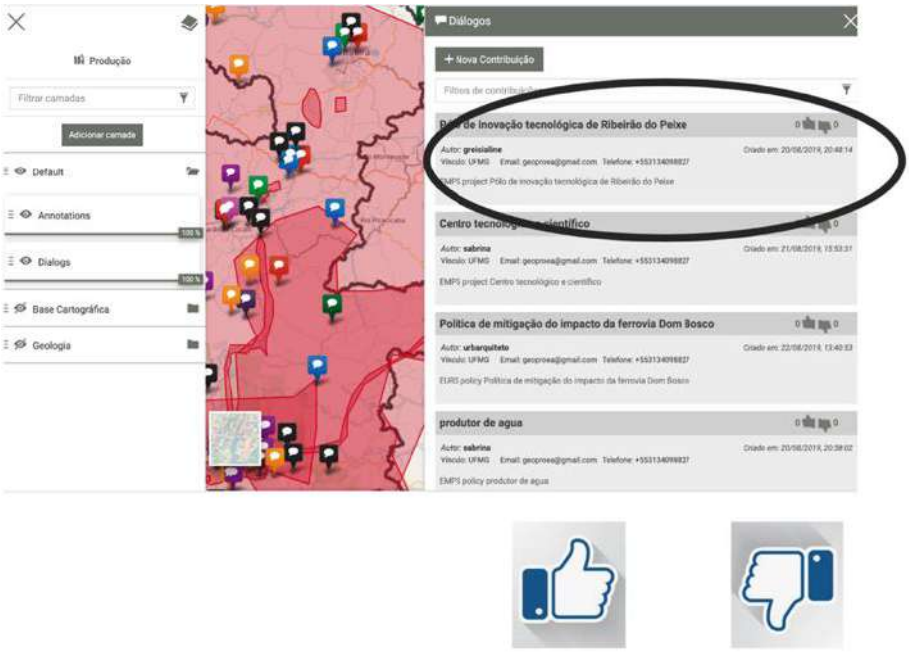


Fig. 99 – Além de comentários são feitas também votações. Fonte: Freitas, 2020.

Em virtude da uma limitação do sistema ainda na época do workshop, existia o risco de participantes tentarem salvar suas respostas ao mesmo tempo em um mesmo contexto e isto gerar instabilidade ou dificuldades na plataforma, isto porque existiria mais de uma pessoa trabalhando na mesma camada de Diálogos ao mesmo tempo. Esta limitação já está em processo de ajuste, com a solução de um script que salva os registros periodicamente. Porém, para evitar problemas e preocupações que desviariam a atenção dos participantes do que era importante de fato, optamos por pedir aos usuários que registrassem suas opiniões e votos em uma planilha Excel enviada previamente, contendo a relação de todos os polígonos (contribuições) a serem avaliados, suas descrições, em que situação e por quem haviam sido criados. Os participantes enviaram as planilhas aos mediadores de grupos que tiveram o encargo de fazer o upload de informações no sistema, sem o risco de muitas pessoas salvarem ao mesmo tempo seus registros (no Anexo 2, planilha com a relação de contribuições enviadas aos participantes para comentário e votação).

A surpresa positiva do experimento foi que esperávamos que os participantes comentassem sobre apenas algumas contribuições ou polígonos, questionando ideias com as quais discordassem muito ou apoiando aquelas com as quais concordassem muito. Ao contrário, praticamente todos os participantes (92% deles) comentaram mais do que 70% dos polígonos. A média de comentários nos polígonos ficou entre 8 e 15 registros para 25 participantes, o que significa que houve real interesse em avaliar cada ideia e em participar dos debates.

p.4.1.a. Passo 4 – Estatística – Decisão Final

Após a etapa de votação, o coordenador aplica um script de contagem estatística de votos elaborado na forma de ETL, que separa as contribuições automaticamente rejeitadas, as automaticamente aprovadas e as que ficaram em um limbo para serem discutidas novamente. O coordenador pode definir as suas linhas de corte, mas no caso de estudo do Quadrilátero Ferrífero definimos que as contribuições que recebessem abaixo de 40% de votos seriam rejeitadas, as que recebessem acima de 60% seriam aprovadas e que a faixa entre 40 e 60 comporia as ideias que seriam discutidas novamente, para uma decisão.

O script de ETL programado em SQL para atuar de modo interativo com a plataforma pode ser explicado pelo esquema a seguir (Figura 100). Ele é bastante simples, apenas computando o percentual de votos e separando por faixas. A vantagem é que ele dialoga com a plataforma e favorece a visualização de resultados em camada de representação cartográfica dos polígonos, no contexto de "Decisão", onde o participante pode consultar as contribuições "Aprovadas", "Reprovadas" e "Em Avaliação", simbolizadas segundo o contexto de "Habitar", "Cultura", "Ambiente" e "Produção" (Figura 101, Figura 102, Figura 103).

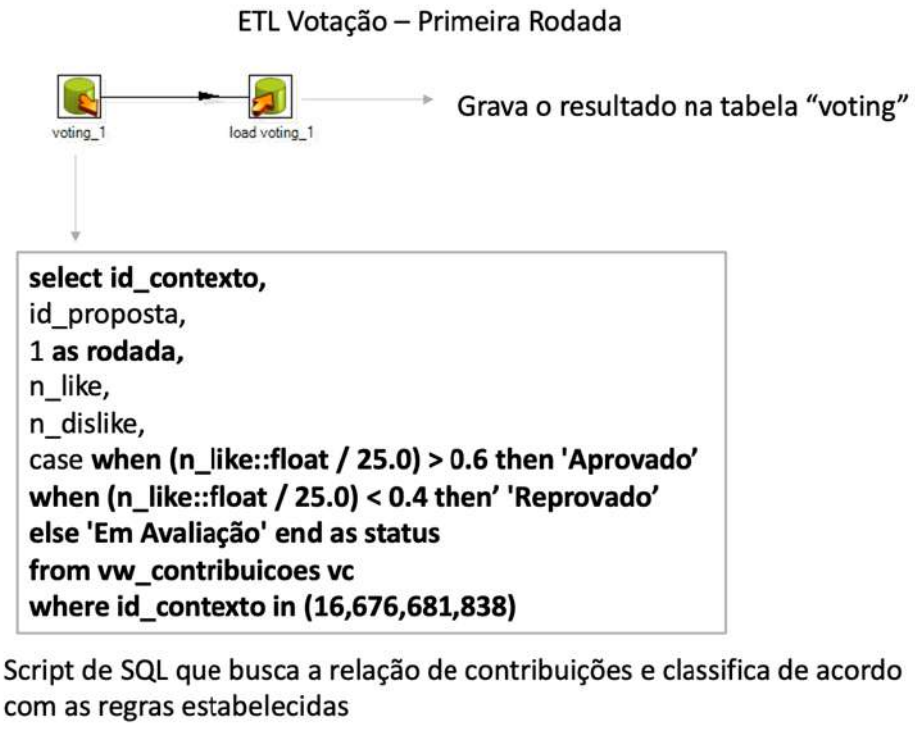


Fig. 100 – Script ETL baseado em SQL para a primeira rodada de votações. Fonte: Freitas, 2020.

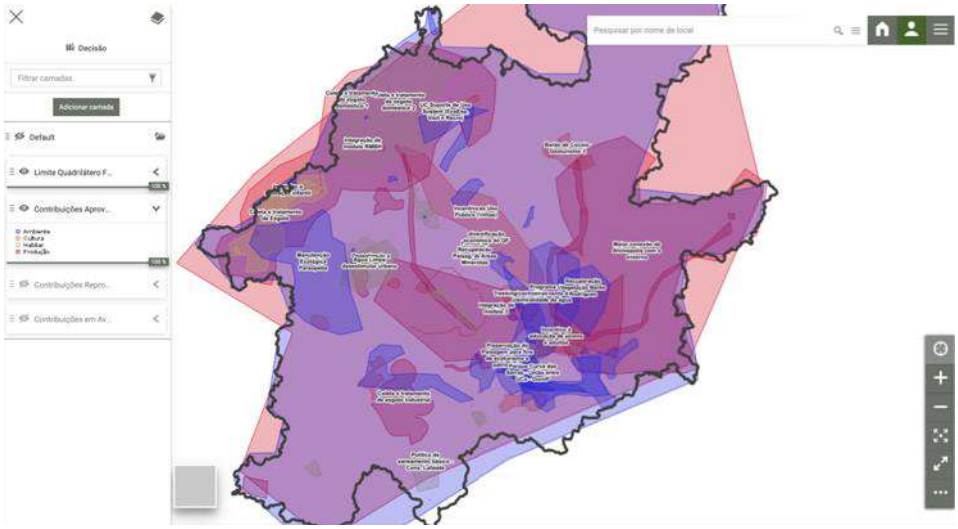


Fig. 101 – Visualização de resultados de polígonos selecionados a partir da primeira votação. Contribuições "Aprovadas". Fonte: Freitas, 2020.

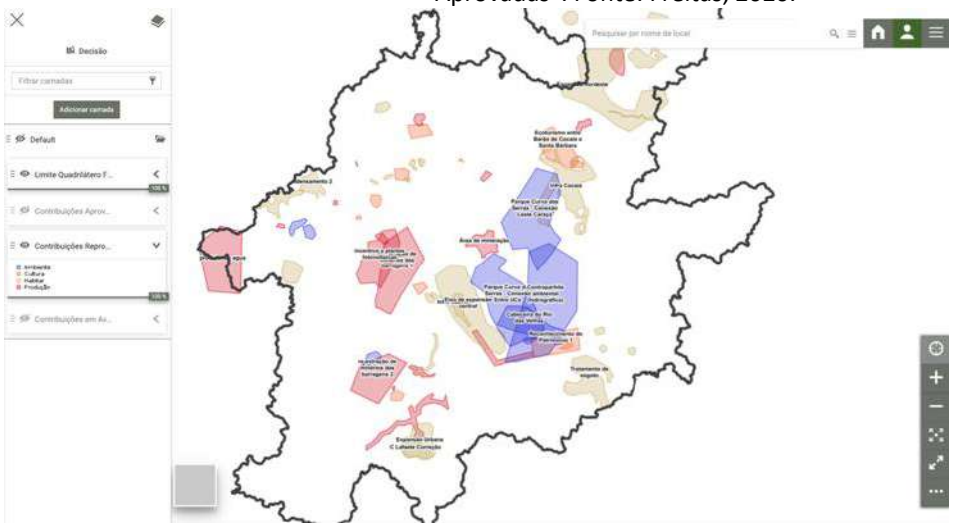


Fig. 102 – Visualização de resultados de polígonos selecionados a partir da primeira votação. Contribuições "Reprovadas". Fonte: Freitas, 2020.

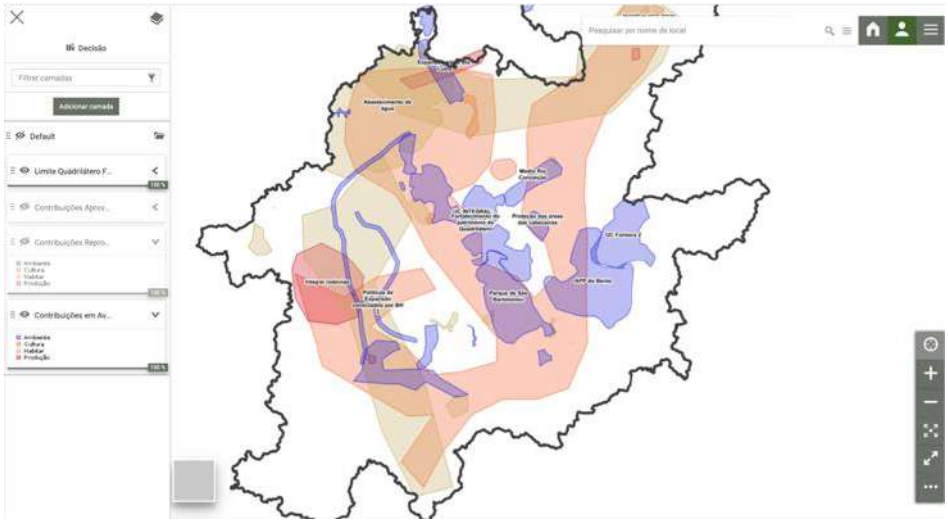


Fig. 103 – Visualização de resultados de polígonos selecionados a partir da primeira votação. Contribuições "Em Avaliação". Fonte: Freitas, 2020.

Ao avaliarmos os números, observamos que teríamos muitos polígonos a serem discutidos na última reunião, de negociação final. Os números são apresentados na Tabela 4. Em virtude do tempo planejado, que seria de uma tarde de 4 horas de trabalho, questionamos se seria necessário mais tempo para se avaliar corretamente em grupos os 72 polígonos que ficaram “no limbo”, e então decidimos enviar um material preparatório para a reunião, para que as pessoas já estudassem as contribuições antes do encontro. O material enviado foi composto por uma apresentação sobre como consultar as novas camadas geradas (relativas à visualização dos polígonos aprovados, reprovados e em avaliação) e uma apresentação sobre as propostas a serem avaliadas, contendo todos os comentários registrados, uma síntese do principal problema detectado na proposta (segundo questionamento técnico, falta de clareza e definição ou inadequação de escala de desenho do polígono), e uma nuvem de palavra para facilitar a compreensão dos principais aspectos comentados (Fig. 104, Fig. 105).

Tabela 4 – Relação de Contribuições por Contexto

	Contribuições Total Existente	Contribuições Reprovadas	Contribuições Aprovadas	Contribuições Em Avaliação
Habitar	71	16	28	27
Cultura	38	6	25	7
Ambiente	59	7	26	26
Produção	41	9	20	12

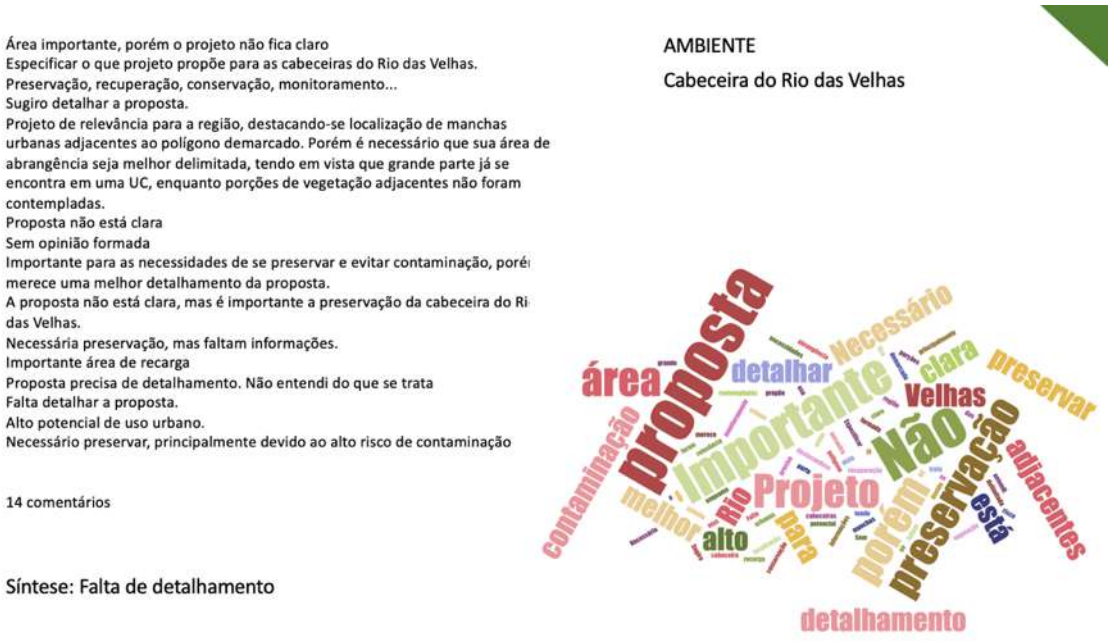


Fig. 104 – Exemplo de relação e síntese de comentários para cada polígono ainda em avaliação e negociação – Exemplo do contexto “Ambiente”. Fonte: Freitas, 2020.

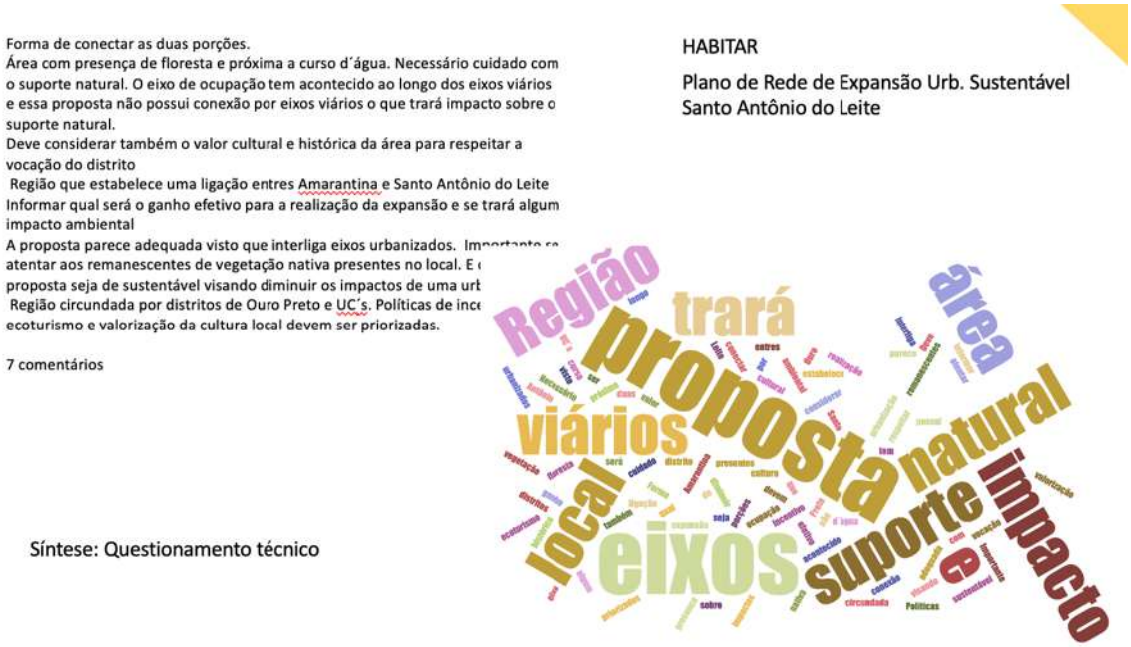


Fig. 105 – Exemplo de relação e síntese de comentários para cada polígono ainda em avaliação e negociação – Exemplo do contexto "Habitar". Fonte: Freitas, 2020.

Da análise das condições dos polígonos colocados para discussão pode-se verificar os seguintes principais problemas e questionamentos por contexto, segundo questionamento técnico, falta de detalhamento suficiente para se entender a proposta ou inadequação da escala da proposta: 40 polígonos foram associados à falta de detalhamento (38% das críticas), 49 a questionamentos técnicos (47% das críticas), e 14 a inadequação da escala da proposta (15% das críticas), mas observando que um mesmo polígono pode ter mais de um tipo de crítica. A Tabela 5 apresenta a relação de críticas por contexto:

Tabela 5 – Relação de principais críticas a polígonos em discussão - por Contexto (pode haver mais de tipo de crítica por polígono)

	Contribuições A discutir	Críticas à falta de detalhamento	Questionamento técnico	Inadequação da escala
Habitar	27	16	20	5
Cultura	7	6	3	0
Ambiente	26	11	16	4
Produção	12	7	10	5

Diante da expectativa de que os participantes chegassem para a reunião já em condições de discutir sobre as contribuições em análise, eles foram também informados sobre a possibilidade de interpretação parcial e final de resultados através do recurso de *dashboard*. Trata-se da possibilidade do coordenador escolher diferentes formas de tratamento da informação espacial e de suas estatísticas, na forma de mapas, tabelas, números principais e gráficos. O coordenador define o que seriam as representações que melhor dariam informações adicionais e sintéticas sobre o processo de negociação e decisão. Destaca-se que o *dashboard* adota o princípio de cartografia dinâmica, que atualiza seus resultados a parti da escolha de recorte territorial: se o usuário der um zoom no mapa com o objetivo de investigar um recorte de área em específico, os dados de gráficos são atualizados para representarem os valores naquela porção territorial (Fig. 106).

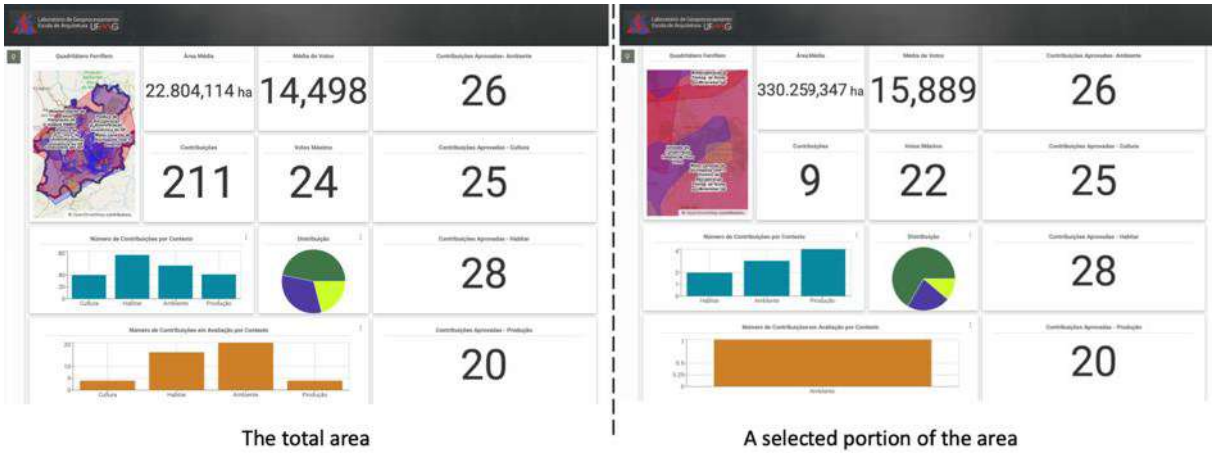


Fig. 106 – *Dashboard* com recursos de visualização por cartografia dinâmica – possibilidade de análise de toda a área ou de um recorte territorial. Fonte: Freitas, 2020.

Além da visualização no contexto "Decisão", no qual se escolhem as classificações dos polígonos segundo as condições de aprovado, reprovado e em avaliação, a fim de facilitar a discussão e a tomada de decisão sobre os que ainda se encontram "no limbo", em cada contexto foi colocada uma camada com o destaque em azul daqueles que devem ser reavaliados (Fig. 107).

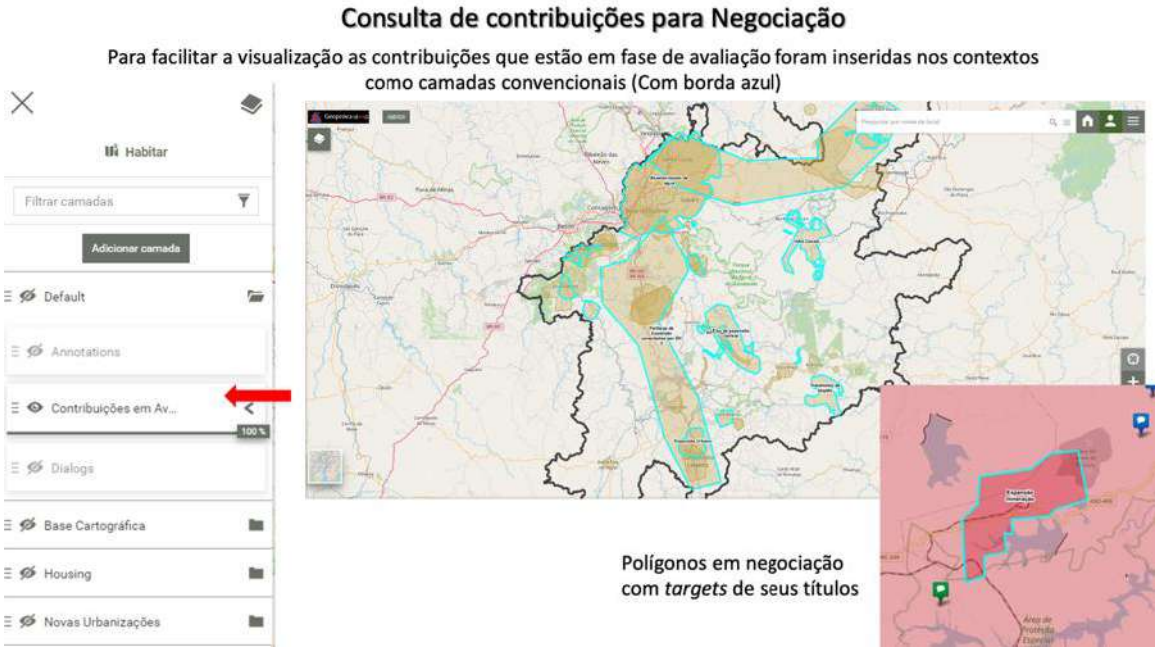


Fig. 107 – Destaque dos polígonos (contribuições) em análise por contexto, para facilitar o trabalho de nova interpretação pelos participantes (em borda azul e com títulos). Fonte: Freitas, 2020.

Os participantes são também informados sobre as possibilidades de, a qualquer momento, fazerem download de um ou mais polígonos na forma de arquivos gráficos (shapefile, geojson, kml ou outro; para uso em QGis, ArcGis, Google Earth ou outro) ou de tabela de atributos (csv) para visualização ou análise em qualquer outro aplicativo (Fig. 106). Esta possibilidade, tanto de upload como de download de arquivos vetoriais e de atributos alfanuméricos, atende ao princípio de interoperabilidade favorecido pelo sistema, pois se compreende que o usuário pode preferir trabalhar nas condições em que se sente mais confortável, o que amplia as condições de geovisualização, consumo de informações e participação (Moura et. al. 2016).

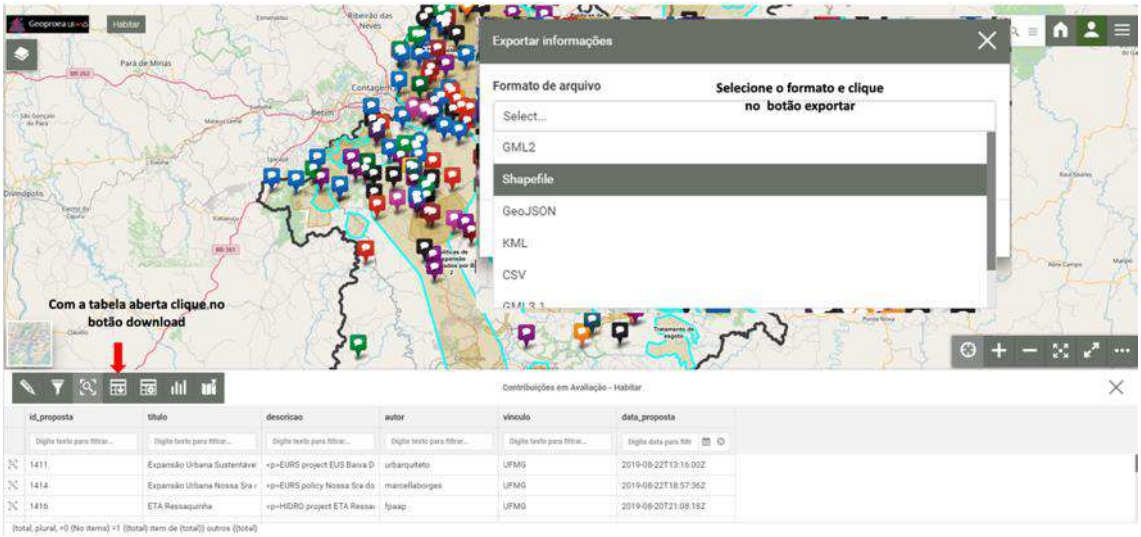


Fig. 108 – Possibilidade de realização de download de arquivos vetoriais e tabelas alfanuméricas, ou ambos. Fonte: Freitas, 2020.

Os participantes foram também orientados a utilizarem, no painel de visualizações complementares de suporte à decisão, da análise de similaridade topológica entre polígonos. Fez parte da tese e da pesquisa programar, com o uso de ETLs, scripts que favorecessem a comparação entre os vários polígonos propostos (Freitas e Moura, 2018). Entre as análises comparativas, decidimos colocar na plataforma a de "Similaridade Topológica", que verifica se cada polígono está em relações de "dentro", "intercepta" ou "contém" outros polígonos do próprio contexto ou de outros contextos, para verificar possíveis conflitos ou confluências de interesses. O script é executado pelo coordenador em qualquer momento, podendo já estar disponível desde a primeira análise e negociação, mas ele é particularmente útil quando se precisa afinar uma decisão (Fig. 109).

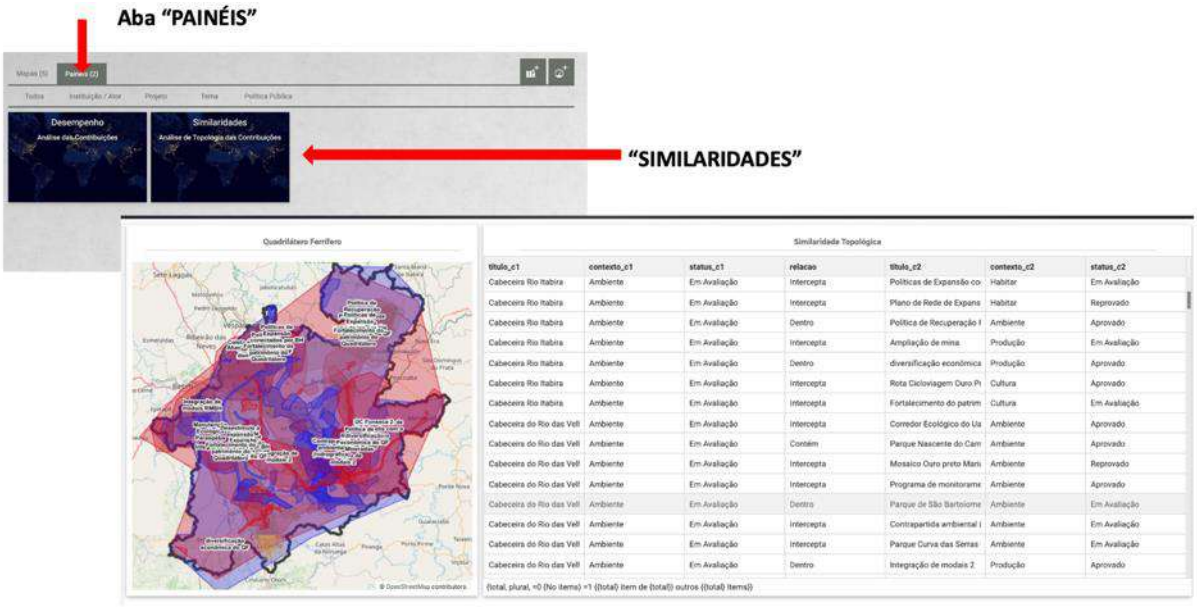


Fig. 109 – Na aba Painéis – Similaridade – Avaliações de possível similaridade topológica entre polígonos. Fonte: Freitas, 2020.

No último encontro do workshop os grupos voltaram a se reunir por videoconferência, na primeira parte ainda separados em seus times A, B, C e D. Os facilitadores perguntaram aos participantes sobre a relação de contribuições que gostariam de colocar em discussão, que foi realizada coletivamente no grupo. Os grupos poderiam tomar uma das seguintes decisões sobre as propostas "Em Avaliação":

aceitar, rejeitar ou aceitar mediante condições (e nesse último caso o moderador registrava a condição na janela de Diálogos e associada ao descritivo do polígono). O moderador era o responsável por fazer as anotações pelo grupo e por registrar o voto, desta vez não individual, mas sim um pelo time. Mas uma vez foi feita a ciranda de votações, com cada grupo passando cada vez por um contexto.

Ao final, após todos os novos votos dos times serem registrados, o coordenador rodou um segundo script ETL, para nova análise de estatística de votações (Fig. 110). Este script é mais complexo que o primeiro e está preparado para ser aplicado em quantas rodadas decidir o coordenador. Ele tem a função de verificar se através da nova votação o polígono muda de status, registra em que momento isto aconteceu e dá visualização do processo de mudança para o coordenador. Mais uma vez, como ele atua de modo interativo com a plataforma, tão logo a votação é concluída e o coordenador aplica o script os resultados já se tornam acessíveis aos participantes.

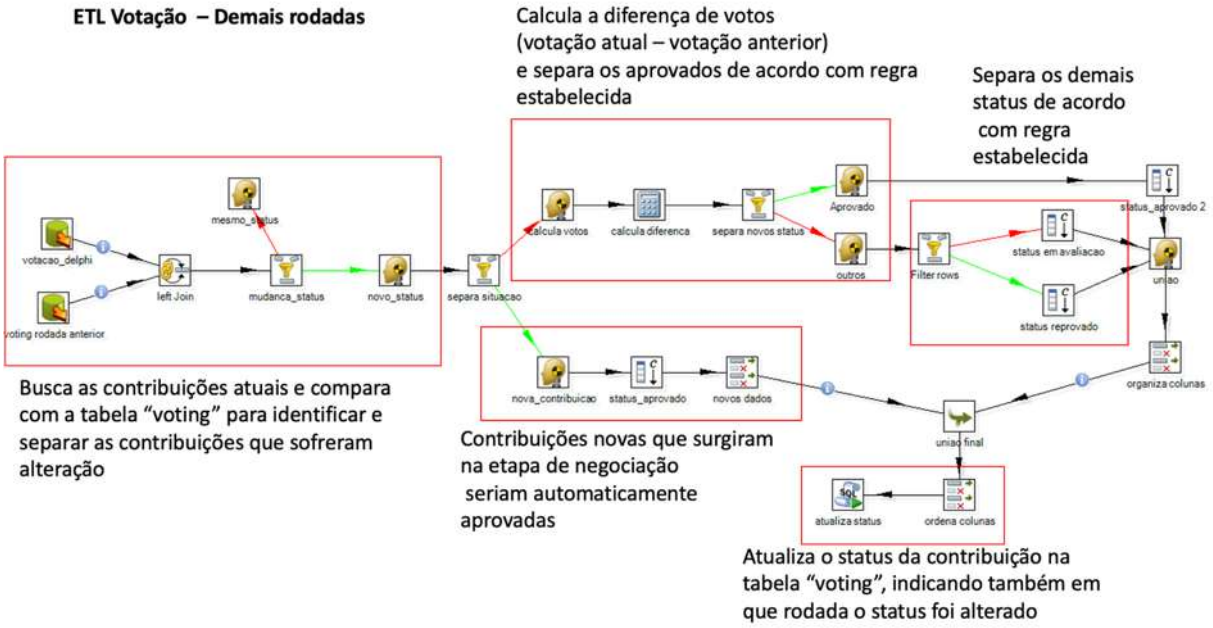


Fig. 110 – Script ETL baseado em SQL para a primeira rodada de votações. Fonte: Freitas, 2020.

Decidiu-se que para um polígono ser alçado da condição de “Em Avaliação” para “Aprovado” ele teria que ter pelo menos 3 dos 4 votos dos times, o que faria uma decisão por maioria. Após a aplicação do segundo script de análise estatística resultou que dos 72 polígonos colocados em avaliação, 35 foram votados novamente, sendo 7 deles com dois votos, mas nenhum deles teve 3 ou mais votos. Desta forma, nenhuma nova contribuição foi incorporada ao conjunto já definido como “Aprovado”. A etapa de rodada do script e de visualização de resultados aconteceu em reunião coletiva de todos os participantes juntos, por videoconferência. Foi aberta a palavra para interpretação de resultado final. Houve também a oportunidade de análise coletiva dos resultados do cálculo de similaridade topológica entre polígonos e de avaliação dos resultados finais na forma de gráficos através do *dashboard*. Ao final, foi solicitado que cada participante respondesse um questionário online sobre o processo realizado.

p.4.2. Avaliação pelos participantes

Foi aplicado um questionário online para conhecer as opiniões dos participantes sobre o processo, assim como para receber sugestões e críticas. Além desta avaliação formal, quantitativa e qualitativa, os facilitadores estiveram muito atentos ao comportamento dos usuários, anotando eventuais

problemas na plataforma, dificuldades ou melhorias que serão considerados em ações de revisão. Sobre as participações, cabe lembrar que o público que atuou neste estudo de caso é bastante qualificado quanto aos conhecimentos em geoprocessamento e dados geográficos, pois esta foi a decisão para um primeiro teste, condição que passará por diferenciações nos próximos testes. Entre as avalições relatadas pelos facilitadores, registrou-se que apenas uma pessoa manifestou dificuldade no uso da plataforma e precisou ser assistida por um suporte, mas conseguiu participar com mais segurança a partir do Passo 2.

Interpretando o questionário, observa-se que 58,3% dos participantes declararam que conheciam plenamente o processo de Geodesign, 16,7% disseram que conheciam de alguma forma, e os outros 25% restantes nunca tinham ouvido falar em Geodesign. Sobre as características do Quadrilátero Ferrífero, 33,3% dos participantes declararam ter conhecimento sobre o território, 37,5% conhecimento parcial, mas 29,2% declararam não ter tanto conhecimento sobre o QF como um todo, embora ninguém tenha se declarado desconhecedor do território.

Após o encerramento do workshop 62,5% dos participantes afirmaram que o conhecimento sobre o Geodesign se ampliou significativamente, 33,3% que se ampliou de alguma forma, e apenas 4,2% disseram não ter certeza. Também após o workshop 58,3% dos participantes afirmaram que o conhecimento sobre o Quadrilátero Ferrífero se ampliou significativamente, 33,3% que se ampliou de alguma forma, e apenas 8,4% disseram não ter certeza.

Sobre a facilidade de usarem a plataforma Web-Gis & IDE & Geodesign no Passo 1, etapa de Anotações, 41,7% dos participantes declararam concordar totalmente de que foi fácil, 41,7% concordaram parcialmente, 12,5% não tinham certeza e 4,1% disseram que não concordaram, ou seja, que tiveram dificuldades. Sobre a facilidade de usarem a plataforma Web-Gis & IDE & Geodesign nos Passo 2 e 3, etapa de Diálogos, 33,3% dos participantes declararam concordar totalmente de que foi fácil, 50% concordaram parcialmente, 8,4% não tinham certeza e 8,3% disseram que não concordaram, ou seja, que tiveram dificuldades. Sobre a facilidade de usarem a plataforma Web-Gis & IDE & Geodesign no Passo 4, etapa de Negociações, 25% dos participantes declararam concordar totalmente de que foi fácil, 54,2% concordaram parcialmente, 12,5% não tinham certeza e 8,3% disseram que não concordaram, ou seja, que tiveram dificuldades. Nesse sentido, observa-se que a etapa de Anotações, passo 1, foi fácil ou muito fácil para 83,4% dos participantes; a etapa de Diálogos, passo 2 e 3, foi fácil ou muito fácil para 83,3% dos participantes; e a etapa de Negociação, passo 4, foi fácil ou muito fácil para 79,2% dos participantes, mas o nível de dificuldade foi aumentado de uma etapa para outra. (Fig. 111).

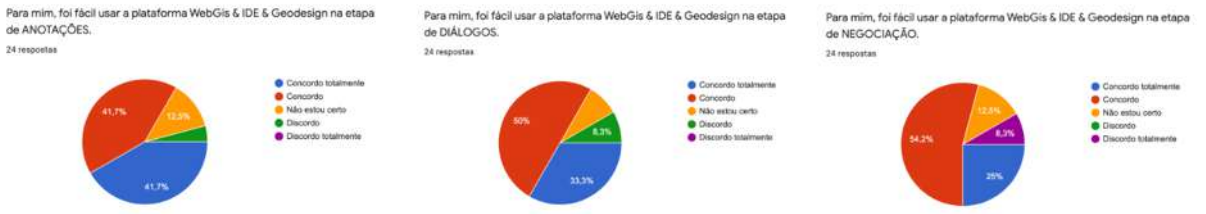


Fig. 111 – Resultado do questionário de avaliação - o nível de dificuldade das etapas. Fonte: Freitas, 2020.

Sobre o material de suporte enviando, os participantes declararam que ajudou na etapa de Negociação (reconhecida como a mais difícil entre as etapas) receberem o material com síntese dos comentários sobre cada polígono ou contribuição, contendo o destaque do motivo de dúvida nos votos e com as nuvens de palavras sobre o que foi registrado nos comentários. Dos participantes, 62,5% respondeu que concordava totalmente que ajudou, 29,2% que concordava que ajudou, e 8,3% disseram não ter certeza.

Sobre o entendimento das etapas propostas, 75% dos participantes declararam que concordam totalmente que as entenderam e 25% disseram que concordam que as entenderam. Isto significa que todos entenderam muito bem ou suficientemente bem como se daria o processo planejado em etapas, o que indica que as explicações introdutórias ou durante o processo funcionaram bem.

Dos participantes, 58,3% declararam já ter participado de um outro workshop de Geodesign na plataforma GeodesignHub, e 41,7% não. Então um pouco mais que a metade dos participantes foi solicitado a continuarem a responder o questionário e fazerem comparações com as experiências anteriores.

Sobre a pergunta se os Mapas de Avaliação fizeram falta, base principal do GeodesignHub através dos Modelos de Avaliação por sistemas que são apresentados, já indicando ao participante as áreas adequadas para se desenhar ou escolher propostas, e que não foram colocados na plataforma (embora pudessem ter entrado como mais uma das camadas de cada contexto), eles responderam: 20% disseram que concordam totalmente que não fizeram falta, 20% disseram que concordam, 46,7% disseram não estar certos e 6,7% e 6,6% disseram não concordarem ou não concordarem totalmente. Então há o ligeiro predomínio da dúvida sobre ter feito falta ou não (quase metade das pessoas), mas 40% (um pouco menos que a metade) relatou que não fez falta.

Sobre a pergunta se os Mapas de Impacto fizeram falta, base principal do GeodesignHub através dos Modelos de Impacto que avaliam se as propostas foram colocadas no lugar certo a partir de comparações com os Modelos de Avaliações, que por sua vez indicam ao participante as áreas adequadas para se desenhar ou escolher propostas, eles responderam: 21,4% disseram que concordam totalmente que não fizeram falta, 35,7% disseram que concordam que não fizeram falta, 28,6% disseram não estar certos e 7,2% e 7,1% disseram não concordarem ou não concordarem totalmente. Há o predomínio, em 57,1% que disseram que eles não fizeram falta.

Sobre a pergunta se os Targets (metragem a ser cumprida por sistema) e Custos (valor do hectare por sistema) fizeram falta, base do GeodesignHub para que os participantes decidissem sobre a quantidade de ideias, na forma de áreas e valores de custo, deveriam propor e selecionar, eles responderam: 50% disseram que concordam totalmente que não fizeram falta, 14,3% disseram que concordam que não fizeram falta, 28,6% disseram não estar certos e 7,1% disseram discordarem. Há o predomínio, em 64,3% que disseram que eles não fizeram falta.

Assim, ainda há metade dos participantes que não estão certos de que os Mapas de Avaliação são desnecessários, mas a maioria concordou que os Mapas de Impacto não são necessários e a grande maioria concorda que informações sobre Targets e Custos são desnecessários (Fig. 112).

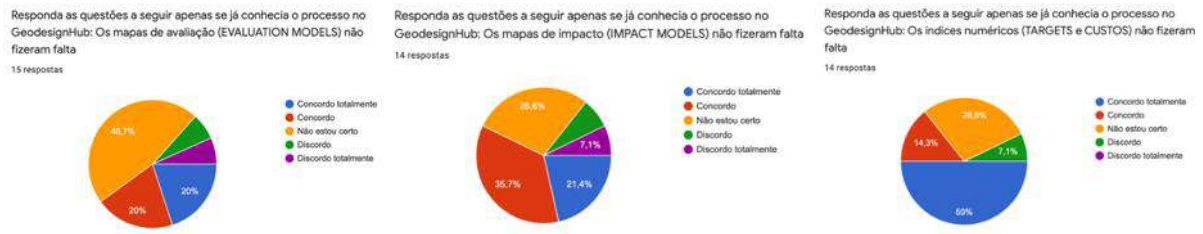


Fig. 112 – Resultado do questionário de avaliação – necessidade ou não dos modelos tradicionais do GeodesignHub. Fonte: Freitas, 2020.

Os participantes também puderam se expressar na forma de comentários, respondendo a questões sobre quais são as potencialidades do Geodesign, quais são as vulnerabilidades do Geodesign e se teriam algum comentário adicional sobre o processo de Geodesign.

Sobre as potencialidades do Geodesign, fazendo uma síntese, foi observado o suporte a tomada de decisões em planejamento e o envolvimento de diferentes atores no processo participativo e transversal. Destacaram que o processo garante participação horizontal e o diálogo sem perder as individualidades. Observaram que a necessidade de se posicionar e por escrito faz com que as opiniões sejam mais baseadas em reflexão. Destacam o acesso a dados e informações. Entenderam que o processo acontece de forma mais rápida e democrática. É muito útil para processos educacionais, para compreensão do território. Registraram a facilidade de propor ideias, para qualquer usuário que conheça o território.

Sobre as vulnerabilidades do Geodesign, também fazendo uma síntese, observaram o risco de quem não possui conhecimento técnico ou vivência do local dar opiniões não pertinentes. Temem que pessoas do lugar, socialmente vulneráveis, possam se sentir inibidas com a ferramenta digital. No estudo de caso havia muitas propostas sem detalhamento suficiente. Alertaram para que a escolha errada de atores pode gerar desequilíbrio no processo. Uma pessoa achou a plataforma complicada. Havia muitas informações, o que pode tornar a navegação muito aberta e confusa. No caso de montar outro estudo de caso há que se ter condições de montar rica coleção de dados. Dificuldade para se associar processos socioculturais de identidade e cultura. Para que as pessoas participem, elas realmente precisam conhecer o território, ou as propostas serão vagas. Risco de pessoas elaborarem discursos técnicos enviesados que interfiram nas decisões.

No item de comentários adicionais os participantes registraram que a etapa mais difícil foi a última negociação, pois tiveram dificuldade de navegar na plataforma para reconhecer as propostas em avaliação, e outra sugeriu inclusive que se colocasse um *print* de cada proposta em negociação para facilitar sua identificação. Uma pessoa registrou que não ficou claro o objetivo do workshop. Algumas registraram que a experiência favoreceu o conhecimento sobre o processo e sobre o território. Uma sugeriu a inclusão de pessoas do lugar no diagnóstico. Algumas sugeriram ampliação do tempo.

Ao serem perguntados se há alguma funcionalidade do Geodesignhub que não foi utilizada e que fez falta no novo processo e na nova ferramenta, para nossa surpresa, houve uma pessoa que sentiu falta de modelos de avaliação e de dados sobre custos. Já outros registraram que não sentiram falta das funcionalidades em especifico, e que a ferramenta é mais aberta e reduz os riscos de direcionamento. Um registrou que a navegação na nova plataforma é mais difícil, mas reconhece que amplia muito a possibilidade de acesso a informação. Um registrou que, pelo motivo dos polígonos terem sido desenhados no sistema antigo, sentiu dificuldade em avaliá-los justamente porque não tinha os modelos de impacto. Uma pessoa reclamou que não pode fazer uploads e downloads. Uma registrou a falta de janela de comparação das propostas entre grupos. Outra reclamou do excesso de contribuições na forma de comentários pelos participantes. Outra pessoa não conseguiu usar devidamente as análises de índices de similaridade.

p.4.3. Avaliação pela coordenação

Realizando comentários sobre as vulnerabilidades identificadas pelos participantes, observa-se que eles foram exatamente nos pontos que procuramos ajustar a partir da criação da plataforma brasileira, e como crítica aos processos anteriores que vínhamos realizando na outra plataforma e no outro framework:

- No processo anterior as propostas e decisões eram totalmente condicionadas pelos Mapas de Avaliação (*Evaluation Models*) que já diziam para os participantes quais eram os lugares adequados ou inadequados para ele desenhar suas propostas. Da mesma forma, os Modelos de Impacto já informavam se as propostas haviam ou não sido colocadas no lugar certo. Então a necessidade de conhecer, de fato, o território, era reduzida, o que permitia que qualquer um, mesmo sem conhecer a realidade local, fizesse propostas e participasse de decisões. Com este novo processo e essa nova plataforma isto é muito difícil de acontecer;

- Temem que pessoas socialmente vulneráveis não consigam usar a ferramenta digital. Em experiências anteriores (Monteiro et al., 2018) já comprovamos ter possível trabalhar em áreas socialmente deprimidas e em breve faremos novos estudos sobre a temática;

- Sobre a existência de várias propostas com baixo nível de detalhamento e que dificultaram a tomada de decisões, cabe comentar que esses polígonos utilizados e que dificultaram a análise foram feitos na outra plataforma, na qual a questão da geometria bastava, sem incentivo para a clara definição de objetivos. Na nova ferramenta e no novo processo o participante precisa ser muito claro na proposição de ideias, pois não basta desenhar um polígono onde um mapa já te diz onde desenhar;

- Uma única pessoa comentou que a plataforma é complicada, e outra comentou que a existência de várias camadas de informação torna a navegação muito aberta e complexa. Concordamos que este estudo de caso, em específico, teve uma quantidade exagerada de camadas, pelo fato de já estarmos estudando o Quadrilátero Ferrífero há muito tempo e já termos promovido 5 workshops sobre a área, para os quais produzimos muitos dados. Assim, na vontade de disponibilizar todas as informações já produzidas reconhecemos que exageramos, e que em estudos de caso futuros podemos simplificar, mas nunca sendo tão reducionistas quanto os que apresentam só o Mapa de Avaliação;

- Eventuais informações que tenham faltado, a exemplo da expectativa de dados sobre processos socioculturais, podem ser inseridos pelo próprio participante, na etapa de "Anotações". A expectativa é que o participante não seja passivo, mas sim ativo, e cumpra a missão de registrar alertas, opiniões, informações adicionais faltantes na etapa de *brainstorm* (na forma de *mission oriented*, como defendem Davis Jr. et al. 2016). Da mesma forma podem ser combatidos os discursos enviesados que têm como objetivo conduzir decisões: cada participante pode apresentar contra-argumentos a partir de cada contribuição na etapa de "Diálogos";

- Nos comentários gerais surgiram opiniões relativas ao tempo de avaliação das propostas, que pensam que deve ser ampliado. Realmente concordamos que, no intuito de apresentar aos participantes todas as propostas previamente feitas nos workshops anteriores, 211 polígonos foram carregados no sistema. Reconhecemos que é um número muito alto, e por isto tivermos que trabalhar na produção de material informativo de autoinstrução para que os participantes pudessem realizar parte das atividades entre os encontros oficiais. Mas isto foi uma característica deste estudo de caso em específico, pois dificilmente se fariam tantas propostas em um único workshop, caso os participantes estivesse eles mesmos desenhando polígonos ou importando propostas feitas em sistemas externos;

- Sobre os comentários de dificuldade de visualização e seleção dos polígonos em avaliação na última fase de negociação, reconhecemos que há um *bug* ao se carregar simultaneamente anotações e diálogos, mas se procurou minimizar esta dificuldade colocando para o usuário diferentes formas de acesso à visualização. Talvez o fato de se abrir várias formas de possível visualização tenha sido um fator de confusão, mas ajustes serão feitos nesse sentido;

- Sobre a inclusão de pessoas do lugar nas etapas de identificação de potencialidades e vulnerabilidades, não temos dúvida em relação a isto. Deve ser feito, com certeza. Mas este

experimento aconteceu com a finalidade de avaliação do processo e da ferramenta, então os objetivos foram um pouco diferentes. Em um workshop realístico existe a necessidade absoluta de que pessoas que realmente conheçam a realidade e sua problemática participem, mesmo porque um dos diferenciais principais do novo processo é que o participante não pode ser passivo, uma vez que não há necessariamente modelos de avaliação e de impacto que já conduzem decisões mesmo por aqueles que não sabem nada do território;

- Ao se interpretar os comentários comparativos com a plataforma anterior (o GeodesignHub), e o processo anterior (o framework de Steinitz, 2012), observa-se claramente que as pessoas sentem falta daquilo a que estão acostumadas a usar. A nova plataforma exige um comportamento completamente diferente, então as pessoas que já estão acostumadas a um caminho e que já om percorreram muitas vezes, vão tentar achar semelhanças e não vão achar. E isto, inicialmente, irá gerar confusão. Se as pessoas participarem de modo mais intuitivo e se deixarem participar na nova proposta, elas poderão aproveitar mais da experiência. Observamos, sobretudo, que as pessoas sentem falta daqueles recursos que já tomava decisões por elas, ou que já conduziam a decisão, como é o caso de Modelos de Avalição e Modelos de Impacto;

- As pessoas reclamam que não conseguiram usar algumas funcionalidades, tais como upload e download, a análise de similaridade de polígonos, entre outras. Provavelmente isto aconteceu porque não conseguiram assistir aos momentos em que dávamos as explicações gerais, uma vez que 100% do workshop foi feito online, algumas vezes em grupos, outras vezes no grande grupo. Trabalhar por videoconferência o tempo todo ainda é uma novidade, e pode ser que o nível de atenção em condições assim precise ser revisto. Contudo, reconhecemos que a ferramenta possui muitas funcionalidades que o usuário só se sentirá confortável em explorar totalmente com a familiaridade em seu uso. E reconhecemos também que dependendo do grupo de usuários, nem sempre serão usados todos os recursos, então decisões caberão ao coordenador e à sua sensibilidade em observar performances e resultados parciais, para ajustes processuais a qualquer momento, pois a ferramenta é só um suporte;

- As pessoas sentiram falta de janelas de comparação de propostas de grupos. Mas isto também não faz parte do novo framework e do novo modo de trabalho. Então mais uma vez é querer usar um caminho já conhecido, e não percorrer o novo caminho. O modo de negociação na nova proposta não é por comparação de grupos, mas sim baseado em maximização de consenso, no qual a opinião individual tem uma importância maior, podendo ser ajustada a uma opinião coletiva mediante comparação de pensamentos e opiniões, e não por comparação de decisões.

A plataforma brasileira de Geodesign é uma adaptação cultural da estrutura tradicional de Geodesign (Steinitz, 2012) às necessidades locais, mas baseada em estudos científicos e revisão bibliográfica para entender as principais palavras-chave correlacionadas ao termo.

Antes de desenvolver a plataforma, o grupo da pesquisa analisou os resultados de 35 oficinas, com base em questionários qualitativos e quantitativos aplicados aos participantes ou mesmo em entrevistas não estruturadas desenvolvidas durante as atividades.

Para mudar as etapas e facilidades, voltamos à revisão da literatura para entender os principais valores e conceitos relacionados à emergência de tecnologias de geoinformação no planejamento espacial, para entender quais foram as conquistas desenvolvidas e adotadas na ciência, a fim de restaurá-las.

Entendemos que nossas palavras-chave são: processo e procedimentos, recursos GIS, geovisualização e participação dos cidadãos. Esses valores podem fazer parte do escopo da estrutura de Geodesign se for baseada na IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) em todas as suas instalações, se favorecer a geovisualização e a usabilidade com base no Web-Gis, se dialogar com outros sistemas baseados na

interoperabilidade. Com esses recursos, a plataforma é uma ferramenta robusta para cocriação e geocolaboração. Novas adaptações em um futuro próximo serão feitas de acordo com os requisitos específicos de cada estudo de caso, pois é um “Opera Aperta”, uma “obra aberta” (ECO, 1962).

P.5. O WORKSHOP FINAL A PARTIR DAS DEFINIÇÃO DE UNIDADES DE PAISAGEM – REVISÃO PERMITIDA PELA AMPLIAÇÃO DO PRAZO DA PESQUISA:

Uma vez terminado o workshop de integração de ideias, avaliando a qualidade das propostas em si, havia há alguns questionamentos, feitos pela equipe de coordenação. E é com sinceridade que registramos nossas avaliações, pois a partir delas foram realizados novos passos no sentido de ajustes e evolução. As limitações observadas foram:

a) Notamos grande dificuldade dos participantes em pensarem e planejarem em escala regional. Mesmo aqueles com formação mais específica na temática não estão acostumados a participarem de processos de planejamento nesse recorte;

b) As abstrações que os participantes precisariam fazer para entenderem o conjunto de mapas e associarem às imagens mentais que eles têm da paisagem foi limitada, dada a dificuldade com a escala;

c) Todos os participantes relataram que conhecem grande parte do Quadrilátero Ferrífero, mas nenhum dos participantes conhecia a sua totalidade, considerando que é uma área de cerca de 150 km por 150 km, com muita complexidade de composição e muitas partes de difícil acesso;

d) Observamos muita desconformidade na relação de escala: polígonos de ideias gigantescos em relação à realidade espacial, em desconformidade com proporções locais. É verdade que nesta etapa o que se faz é um brainstorm de ideias, que em momento posterior devem ser ajustadas por conhecimento especialista, mas a desproporção chamou a atenção;

e) Notamos que poderíamos ter evitado redundâncias de ideias, para reduzirmos o número de polígonos, pois os participantes não mantiveram a mesma energia e interesse do início ao fim, então as primeiras avaliações foram mais bem feitas que as últimas.

Diante da avaliação, e estando com restrições para nos encontramos e para nos deslocarmos no território para elaborar nova coleta de dados, devido à pandemia de COVID 19, solicitamos, em meados de 2020, ampliação do prazo de trabalho até 2022.

Ampliação autorizada, iniciamos a revisão. Inicialmente, estudamos em detalhe a normativa italiana, exemplos italianos e realizamos reuniões online com pesquisadores da Universidade de Milão e de Bologna (Universitá Degli Studi de Milano, Universitá Degli Studi di Bologna). Decidimos por seguir o exemplo italiano motivados pela longa história de experiência no tema apresentado por aquele país, que tem o Plano Paisagístico como primeiro a ser elaborado para um território, para então ser replicado e detalhado em planos regionais e urbanos. A gestão da paisagem italiana é muito eficaz, demonstrando equilíbrio entre conservação e desenvolvimento, através de planejamento estratégico.

Os estudos desta etapa favoreceram a ampliação de nossa bagagem sobre o estado-da-arte em planejamento territorial, do que resultaram os três primeiros capítulos do livro publicado.

MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675 Disponível em: https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

Caberia então abordar o estado-do-desenho. A equipe se dividiu em grupos segundo suas expertises, compondo os eixos: urbano, rural, ambiental e geossistêmico. Cada grupo organizou novamente a coleção cartográfica, e acrescentou nos estudos e novos mapas, com vistas a dar suporte à definição de unidades de paisagem:

- Unidades de Paisagem Urbana;
- Unidades de Paisagem Rural;
- Unidades de Paisagem Ambiental;
- Unidades de Paisagem Geossitêmica.

Cada grupo elaborou o seu recorte de Unidades de Paisagem, e começamos as reuniões de integração de áreas homogêneas, para gerar o recorte final de Unidades de Paisagem (recortes mais amplos) e suas subdivisões em Âmbitos de Paisagem (recortes menores, contendo características específicas). Para suporte às decisões foi utilizada a plataforma GISColab, contendo toda a coleção cartográfica composta até então.

Como resultado, foram identificadas 20 Unidades Estruturantes de Paisagem, subdivididas em 109 recortes de Âmbitos de Paisagem. Para cada unidade foram elaboradas chaves de classificação, contendo croquis com representação do *genius loci* da área, captura drone de imagens de referência, e descrições.

Uma importante contribuição da ampliação de prazo e da espera pelo momento que poderíamos voltar a campo, foi a captura de imagens drone no território. Isto foi possível graças ao suporte da bolsa PPM-Fapemig (PPM-00368-18).

Definidas as unidades e realizados investimentos em geovisualização das informações, os pesquisadores envolvidos apresentaram, finalmente, suas propostas para o Plano Diretor da Paisagem, a partir de indicações de potencialidades e vulnerabilidades para cada recorte territorial. Trata-se de uma proposta preliminar, mas que é base para desdobramentos futuros.

O livro adquiriu grande importância no processo, pois sua livre distribuição está fazendo com que muitos interessados em Minas Gerais, Quadrilátero Ferrífero, Planos Paisagísticos, Planos Ambientais, Planos Urbanos e Geodesign o busquem para a leitura. Estamos particularmente felizes com o resultado do livro, ao ponto de ser difícil nos despedirmos da pesquisa.

Realizamos a montagem e publicação do livro totalmente por conta própria, pois não havia suporte de recursos nem do CNPq nem da FAPEMIG. Mas acreditamos que o bem que estamos fazendo para a ciência compensa todo o esforço e investimento.

O livro é parte do presente relatório.

Para não correr o risco que seu conteúdo e seu texto não sejam considerados no relatório, ao anexaremos na sequência ao presente texto, mas sem ajuste de numeração de figuras. A numeração se inicia novamente a partir do texto do livro.

Q. PALAVRAS FINAIS À GUISA DE CONCLUSÕES

Estamos já sentindo falta da pesquisa, tamanha a importância que ela adquiriu para o Laboratório de Geoprocessamento e sua equipe. A evolução nos estudos foi expressiva, e estamos certos de que o legado para Minas Gerais é inestimável. Nunca foi feita uma caracterização do Quadrilátero Ferrífero com tanta qualidade e em tantos eixos de abordagem. Em diferentes escalas, muitas vezes através de recortes espaciais porque o método e as técnicas exigiam, mas sempre trazendo inovações.

O Brasil também ganha muito com a pesquisa, pois difundimos o Geodesign em muitas universidades e favorecemos que muitos pesquisadores fora de Minas Gerais experimentassem o seu potencial. Destacamos a produção bibliográfica informativa expressiva sobre o tema, assim como orientações sobre como aplicar o método em diferentes objetivos e desafios.

O mundo também ganha, pois foram muitos artigos científicos em revistas e capítulos de livro publicados em inglês.

O no que se refere a impacto mundial, é com grata satisfação que informamos que a coordenadora do projeto, Prof.a Ana Clara Mourão Moura, é hoje classificada como **a principal referência em publicações sobre Geodesign no mundo.**

Isto foi confirmado por uma análise de revisão sistemática de bibliografia publicada realizada pela doutoranda Thaise Sutil em sua pesquisa de tese. A autora apresentou seu trabalho ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais em 2022. No capítulo "Abordagens e práticas do geodesign: uma revisão sistemática da literatura" ela apresenta os dados, obtidos por consulta nas bases de dados com trabalhos indexados Scopus, Web of Science e Science Direct:

Observa-se, inicialmente, que o Brasil é o segundo país onde se publica mais sobre o tema, atrás apenas dos Estados Unidos, país onde surgiu o Geodesign (Fig. 113).

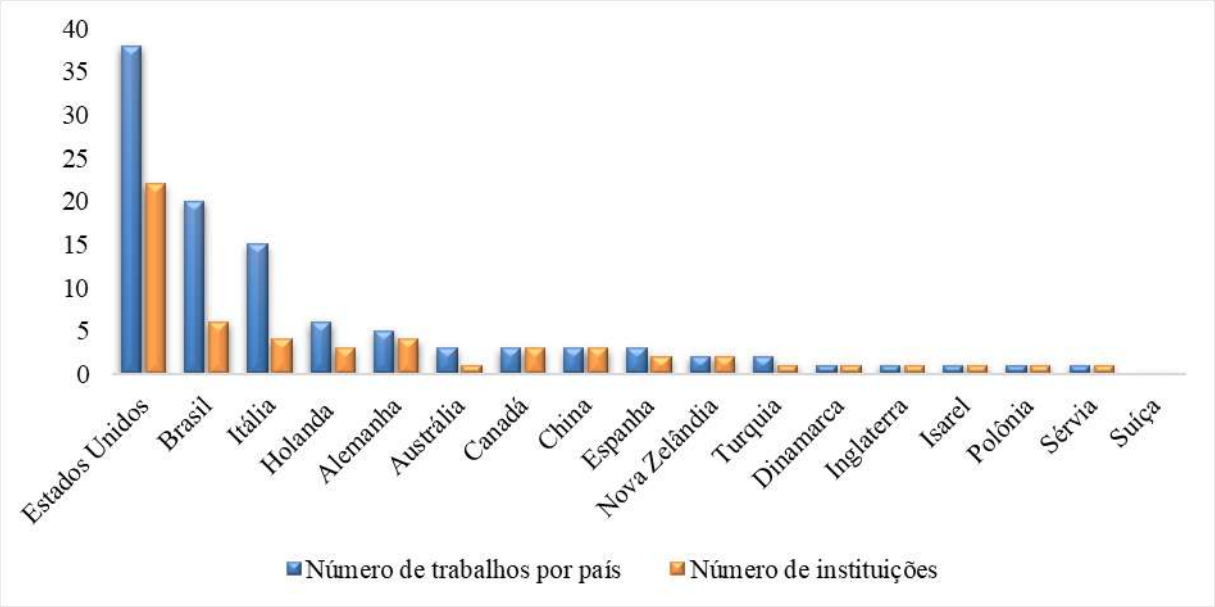


Fig. 113 – Distribuição das publicações por país. Fonte: Sutil, 2022. Framework para Zoneamento de Áreas de Proteção Ambiental. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC

Em relação às instituições envolvidas, destaca-se a UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, pois nos Estados Unidos as publicações estão distribuídas em 22 instituições, o que pulveriza o papel das universidades individualmente, e destaca o da UFMG (Fig. 114).

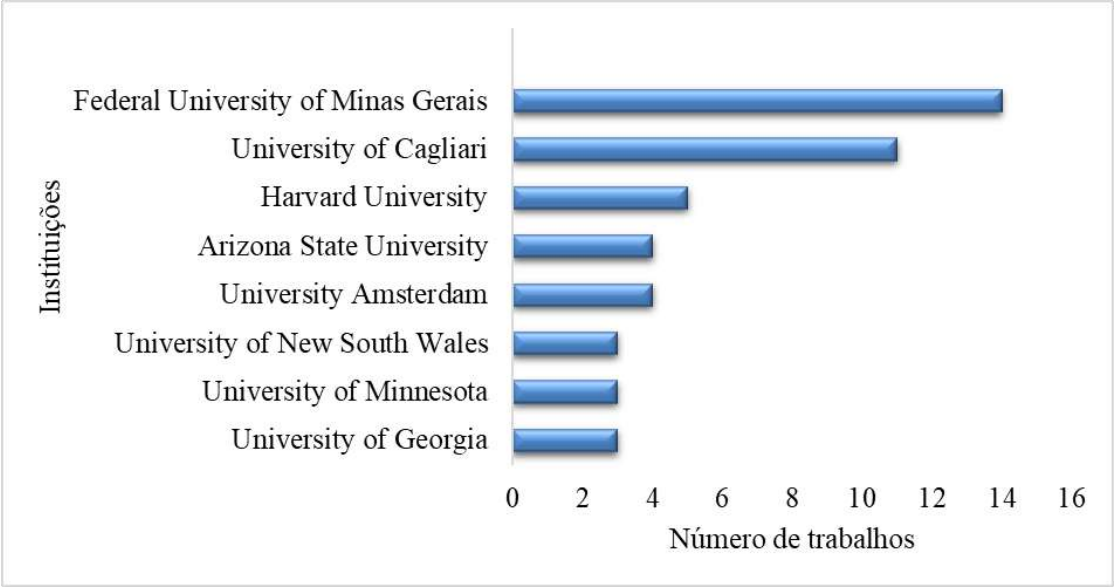


Fig. 114 – Distribuição das publicações por instituição. Fonte: Sutil, 2022. Framework para Zoneamento de Áreas de Proteção Ambiental. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

No que se refere ao pesquisador que mais publica, destaca-se expressivamente a Profa. Ana Clara Mourão Moura, até mais do que o Prof. Carl Steinitz, que foi o autor inicial do método e é professor emérito da Universidade de Harvard (Fig. 115). Cabe comentar que a Profa. Moura iniciou seus estudos seguindo totalmente o método e a framework de Steinitz, mas através das muitas experiências e desenvolvimentos, ampliou e ajustou o processo à realidade brasileira, e está conseguindo ter muita aceitação de seu trabalho.

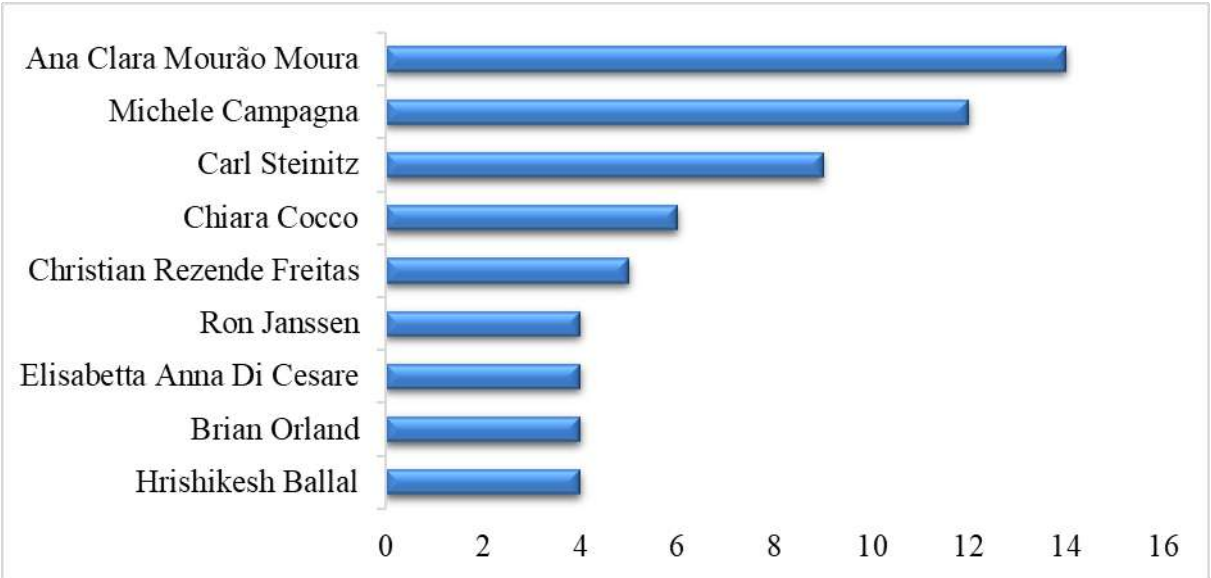


Fig. 115 – Distribuição das publicações por autor. Fonte: Sutil, 2022. Framework para Zoneamento de Áreas de Proteção Ambiental. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

Finalmente, destaco a importância adquirida pelo projeto, *comprovada de modo qualitativo pelo presente documento* e pelo livro anexo a seguir, mas também de *modo quantitativo pelos índices* adquiridos:

Publicação de um livro de 610 páginas, 28 capítulos de livros, 37 artigos em revistas nacionais e internacionais (das quais 7 não são registradas na Capes), 5 trabalhos em eventos, 5 teses de Doutorado e 3 Dissertações de Mestrado. Produção de 97 mapas analíticos. Montagem de uma plataforma web-based com toda a coleção cartográficas, na forma de IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) para uso em planejamento territorial e workshops de Geodesign. Estruturação e muitos testes no framework de trabalho do Geodesign. Difusão mundial do modo brasileiro de trabalhar com Geodesign.

Cordialmente,

Prof. Ana Clara Mourão Moura
Coordenadora

R) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS

ABERLEY, Doug. *Boundaries of home: Mapping for local empowerment*. Gabriola Island, British Columbia, Canada: New Society Publishers. 138 p. 1993

ABUKHATER, Ahmed; WALKER, Doug. Making Smart Growth Smarter with GeoDesign. In. *Changing Geography by design: selected readings in geodesign*. ESRI, Redlands, CA. 2010.

ANDRIENKO, Gennady; ANDRIENKO, Natalia; KEIM, Daniel; MACEACHREN, Alan M.; WROBEL, Stefan. Challenging problems of geospatial visual analytics. *Journal of Visual Languages and Computing*. 22(4), pp. 251-256. 2011.

ARNSTEIN, Sherry R. A Ladder of Citizen Participation. *Journal of the American Planning. Association*, v. 35, n. 4, p. 216-224, jul. 1969.

BADRE, Albert; SHNEIDERMAN, Ben. (Eds.). *Directions in human-computer interaction*. Norwood, NJ: Ablex Pub. Corp. 225 p. 1982.

BALLAL, Hrishikesh. *Collaborative planning with digital design synthesis*. Doctoral Dissertation. University College London. 2015.

BALLAL, Hrishikesh; STEINITZ, Carl. A Workshop in Digital Geodesign Synthesis. In.: BUHMANN, E.; ERVIN, S. M.; E PIETSCH, M. (Eds.). *Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture at Anhalt University of Applied Sciences*. Berlin: Herbert Wichmann Verlag, 2015. p 400-407.

BALRAM, Shivanand; DRAGICEVIC, Suzana. *Collaborative geographic information systems: Origins, boundaries, and structure.* Idea Group Publishing, 2006.

BANNON, Lian J.; SCHMIDT, Kjeld. CSCW: Four characteristics in search of a context. In J. Bowers & S. Benford (Eds.), *Studies in computer supported cooperative work: Theory, practice and design*. pp. 3-16. Amsterdam: North-Holland. 1989.

BATTY, Michael. Planning and Design 2013. *Environment and Planning B*. v. 40. 2013.

BATTY, Michael. *Planning Support Systems: Progress, Predictions, and Speculations on the Shape of Things to Come.* UCL Centre For Advanced Spatial Analysis. Working Papers Series. Paper 122, Set. p. 1-25. 2007.

BATTY, Michael; CHAPMAN, D.; EVANS, S.; HAKLAY, M.; KUEPPERS, S.; SHIODE, N.; SMITH, A.; TORRENS, P. Visualizing the City: Communicating Urban Design to Planners and Decision- Makers. In.: BRAIL, R. K., KLOSTERMAN, R. E. (ed.). *Planning Support Systems: Integrating Geographic Information Systems, Models, and Visualization Tools.* Redlands - California, ESRI Press. p. 405-443. 2001.

BERTALANFFY, Ludwig Von. *General System Theory*. G. Braziller, 1968, 289 p.

BLEČIĆ, Ivan, SANTOS, Alessandra G., MOURA, Ana Clara M., TRUNFIO, Giuseppe A. Multi-criteria Evaluation vs Perceived Urban Quality: An Exploratory Comparison. In: Misra S. et al. (Eds), *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2019*. ICCSA 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11621. Springer, Cham, 2019, p. 612-627. DOI: 10.1007/978-3-030-24302-9_44.

BONHAM-CARTER, Graeme F. *Geographic Information Systems for Geoscientists: modelling with GIS*. Ottawa, Pergamon, 1994. 398 p.

BURROUGH, Peter A.; MCDONNELL, Rachel A; LLOYD, Christopher D. *Principles of Geographical Information Systems.* Oxford University Press, Nova York, 2.ed., 1998, 333p.

CAMARGOS, Lourdes Manresa. *Geovisualização e seu potencial na inclusão da infraestrutura azul no planejamento territorial: estudos de caso em escalas regional e local no Quadrilátero Ferrífero/MG*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, 2020, 174 p. Orientação Prof. Ana Clara Mourão Moura.

CAMARGOS, Lourdes Manresa. Geovisualização e seu potencial na inclusão da infraestrutura azul no planejamento territorial: estudos de caso em escalas regional e local no Quadrilátero Ferrífero/MG. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, 2020, 174 p. Supervisor: Prof. Ana Clara Mourão Moura.

CAMPAGNA, Michele. Geodesign from theory to practice: from metaplanning to 2nd generation of Planning Support Systems. *Tema – Journal of Land Use, Mobility and Environment*, Special Issue, maio, 2014.

CAMPAGNA, Michele. Sistemas de Suporte ao Planejamento (Planning Support Systems): retrospectivas e prospectivas. In.: MOURA, Ana Clara M. (Org), *Tecnologias de geoinformação para representar e planejar o território urbano*. Rio de Janeiro, Interciência, 2016. p. 217-252.

CAMPAGNA, Michele; DI CESARE, Elisabetta A.; MATTA, Andrea; SERRA, Matteo. Bridging the gap between Strategic Environmental Assessment and planning: a Geodesign perspective. *International Journal of E-Planning Research*, 7(1), January-March 2018, p. 34-52.

CASAGRANDE, Pedro B. *O framework geodesign aplicado ao Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais/Brasil): a Geologia como base de planejamento de futuros alternativos para o Quadrilátero Ferrífero*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2018. 127 p. (Orientação Ana Clara Mourão Moura).

CASAGRANDE, Pedro B.; MOURA, Ana Clara M. The Geological Workshop of Geodesign for Landscape Planning. In A. Leone & C. Gargiulo (Eds.), Environmental and territorial modelling for planning and design, 2018, p.595-602. Naples: FedOAPress. ISBN: 978-88-6887-048-5, doi: https://doi.org/10.6093/978-88-6887-048-5

CASAGRANDE, Pedro B.; MOURA, Ana Clara M. Workshop of Geodesign: Geology as the Basis for Planning Alternatives Futures for the Quadrilátero Ferrífero. In: La Rosa D., Privitera R. (eds) Innovation in Urban and Regional Planning. INPUT 2021. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 146. Springer, Cham, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68824-0_30

CASTRIGNANÒ, Marco; COLLEONI, Matteo; PRONELLO, Cristina. Muoversi in città. *Accessibilità e mobilità nella metropoli contemporanea*. Franco Angeli, Milano, 2012.

CHORLEY, Richard; HAGGETT, Peter. *Models in Geography*. London, Methuen, 1967. 816 p.

CONGIU, Tanja; OCCHINI, Elisa; PLAISANT, Alessandro. Urban accessibility for connective and inclusive living environments. *InputCA*, Cagliari, Italy, 24-26 June, 2019. 12 p.

CORREA, Roberto Lobato. Espaço: um conceito-chave da geografia. In: CASTRO, Iná Elias et al. (org.). *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p.15-47.

DALKEY, Normand; HELMER, Olaf. An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, v. 9, n. 3. 1963, p. 351-515.

DANGERMOND, Jack. GIS: Designing our future. *ArcNews, Summer, 2009*. Disponível em: http://www.esri.com/news/arcnews/summer09articles/gis-designing-our-future.html. Acesso em 27/11/2018. DOI: http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v14i1.148381

DeSANCTIS, Geraldine; GALLUPE, R. Brent. Group decision support systems: A new frontier. *Database*, 16(1), 377-387. 1985.

DORR, J.V.N. *Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1969. 110 p. (Professional Paper, 641A).

ECO, Umberto. *Opera aperta*. Milano, Bompiani, 1962, 370 p.

ELMES, Gregory; DOUGHERTY, Michael; CHALLIG, Hallie; KARIGOMBA, Wilbert; MCCUSKER, Brent; WEINER, Daniel; FISHER, Peter. Local knowledge doesn't grow on trees: Community-integrated geographic information systems and rural community self-definition. In FISHER, P. F. (Ed.), *Advances in spatial data handling.* Berlin: Springer Science and Business Media, 2004, p. 29 - 40.

ELWOOD, Sarah. Critical Issues in Participatory GIS: Deconstructions, Reconstructions, and New Research Directions. *Transactions in GIS*. v.10, n. 5, pp. 693-708. 2006. https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2006.01023.x

ERVIN, Stephen. *A system for Geodesign*. Keynote, 27 may 2011. Abstract. p. 158-167. Disponível em:<http://www.kolleg.loel.hsanhalt.de/landschaftsinformatik/fileadmin/user_upload/_temp_/2012/Proceedings/Buhmann_2012_19_Ervin_Keynote_2011.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2019.

FAUST, N. L. (1995). The virtual reality of GIS. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 22, 257-268.

FERRETI, Valentina; BOTTERO, Marta C.; MONDINI, Giulio. Decision making and cultural heritage: An application of the Multi-Attribute Value Theory for the reuse of historical buildings. *Journal of Cultural Heritage*. Springer. p. 1-12. 2014.

FERRETI, Valentina; Mondini, Giulio; Bottero, Marta C. (2015). How to support strategic decisions in territorial transformation processes. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems.* IGI Global. V. 6, n. 4, pp. 40-50.

FISCHER, Frank; FORESTER, John. (Eds.). *The argumentative turn in policy analysis and planning*. Durham, NC: Duke University Press. 1993.

FLAXMAN, Michael. Fundamentals of Geodesign. 2010. In: Buhmann, E., Pietsch, M. & Kretzler, E. (Eds.), *Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture at Anhalt University of Applied Sciences*. Berlin/Offenbach, Wichmann, 2010, p. 28-41.

FLAXMAN, Michael. Geodesign: fundamental principles and routes forward. *Talk at Geodesign Summit, Redlands – California, 2010.* Disponível em: http://www.Geodesignsummit.com/videos/day-one.html. Acesso em 27 jan. 2019.

FORESTER, John. *The deliberative practitioner: Encouraging participatory planning processes*. Cambridge, MA: MIT Press. 322 p. 1999.

FREITAS, Christian R.; MOURA, Ana Clara M. ETL Tools to Analyze Diagrams' Performance: Favoring Negotiations in Geodesign Workshops. *DisegnareCon*, v.11, n.20, 2018. p. 15.1 - 15.23.

FREITAS, Christian Rezende. *Tecnologias de geoinformação no planejamento territorial: novas formas de produção, compartilhamento e uso de dados espaciais*. Defesa prevista para junho de 2020. Tese (Escola de Arquitetura - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Minas Gerais. Defesa prevista para junho de 2020.

GEHL, Jan. *Cities for people*. US, Island Press, 2013, 288 p.

GEHL, Jan. *Life between buildings: using public spaces*. US, Island Press, 2011, 216 p.

GIMBLETT, Randy. (Ed.). *Integrating geographic information systems and agent-based modeling techniques for simulating social and ecological processes*. New York: Oxford University Press. 344 p. 2002.

GOODCHILD, Michael F. Towards Geodesign: Repurposing Cartography And GIS? *Cartographic Perspectives*, n.66, pp.55–69. 2010.

GOODCHILD, Michael. Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, v.2, p.24-32, 2007.

GORRY, G. Anthony; MORTON, Michael S. S. A framework for management information systems. *Sloan Management Review*, 13(1), 55-70. 1971.

Gould, P. R. *On mental maps*. Ann Arbor: University of Michigan. 1966.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - Secretaria do Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. *Proposta de Criação do Geopark Quadrilátero Ferrífero, Estado de Minas Gerais, Brasil*. Dossiê da candidatura do à rede mundial de Geoparks. 2009. (Disponível em <http://www.geoparkquadrilatero.org> , acesso em outubro 2015).

HADDAD, Mônica A.; MOURA, Ana Clara M.; COOK, Vivian M.; LIMA, Thiago L. The Social Dimensions of the Iron Quadrangle Region: An Educational Experience in Geodesign, The Professional Geographer, Volume 73, Issue 3, 2021, p. 504-520. DOI: https://doi.org/10.1080/00330124.2021.1895849

HARRIS, Britton. Beyond Geographic Information Systems: Computers and the Planning Professional. *Journal of the American Planning Association*, 55 (4), p. 85-90. 1989.

HARRIS, Britton. Plan or projection: An examination of the use of models in planning. *Journal of the American Institute of Planners*, 26, 265-272. 1960.

HEALEY, Patsy. *Collaborative planning: Shaping places in fragmented societies*. Vancouver, BC: UBC Press. 338 p. 1997.

HERCULANO, Renata N. *Os (des)caminhos da linguagem coletiva nas paisagens urbanas brasileiras*: a forma urbana modelada pela norma. 2018. 248 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFMG, Belo Horizonte, 2018. .

JANKOWSKI, Piotr. Mixed-data multicriteria evaluation for regional planning: A systematic approach to the decision-making process. *Environment and Planning A*, 21, 349-362. 1989.

KINGSTON, Richard. Public Participation in Local Policy Decision-making: The Role of Web-based Mapping. The Cartographic Journal, 44(2), p. 138–144, ICA Special Issue, 2007.

KUNZMANN, K. R. Geodesign: Chance oder Gefahro. In.: *Planungskartographie und Geodesign*. Hrsg.: Bundesforschungsanstalt fur Landeskunde und Raumordnung. Informationen zur Raumentwicklung 7: 389–396. 1993.

LAURINI, Robert; Milleret-Raffort, F. Principles of geomatic hypermaps. In K. Brassel (Ed.), *Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling* (pp. 642-651). Zurich. 1990.

LEFEBVRE, Henri. *Le Droit à la ville*. Paris, Éditions Anthropos, 1968, 142 p.

LINSTONE, Harold; TUROFF, Murray. *The Delphi method: Techniques and applications*. Reading, MA: Addision-Wesley. 1975.

LINSTONE, Harold, TUROFF, Murray. The Delphi Method: Techniques and Applications. Turoff and Linstone, 2002.

LITMAN, Todd. Measuring transportation: traffic, mobility and accessibility. *Institute of Transportation Engineers Journal*, 73(10):28-32. 2011.

LYNCH, Kevin. *The image of the city*. MIT Press, 1960. 194 p.

MacEACHREN, A. M. An evolving cognitive-semiotic approach to geographic visualization and knowledge construction. In: *Information Design Journal*, Londres, v. 10, n. 1, p. 26-36, 2001.

MacEACHREN, Alan M.; GAHEGAN, Mark; PIKE, W.; BREWER, Issac; LENGERICH, E.; HARDISTRY, F. Geovisualization for knowledge construction and decision-support. *Computer Graphics & Applications*. 24(1), pp. 13-17. 2004.

MacEACHREN, Alan M.; KRAAK, Menno-Jan. Research challenges in geovisualization. *Cartography and Geographic Information Science*, 28(1), 3-12. 2001.

MacEACHREN, Alan, BREWER, Issac; CAI, Guoray; CHEN, Jin. Visually enabled geocollaboration to support data exploration and decision-making. *Paper presented at the Proceedings of the 21st International Cartographic Conference,* Durban, South Africa. 2003.

MALCZEWSKI, Jacek. A GIS-based approach to multiple criteria group decision-making. *International Journal of Geographical Information Systems*, 10(8), 955-971. 1996.

MANOVICH, Lev. Visualização de dados como uma nova abstração e anti-sublime. In: Leão, Lúcia (org.). *Derivas: cartografias do ciberespaço*. Annablume, São Paulo. 2004.

McHARG, Ian. Design with nature. American Museum of Natural History, 1969, 197 p.

MILLER, Willian R. Introducing Geodesign: the concept. Esri Press, Redlands, 2012, 35 p. Disponível em: https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/introducing-geodesign.pdf. Acesso em 27/11/2018.

MONTEIRO, Lívia O.; MOURA, Ana Clara M.; ZYNGIER, Camila M.; SENA, Ítalo S.; PAULA, Priscila L. Geodesign Facing the Urgency of Reducing Poverty: The Cases of Belo Horizonte. *DisegnareCon*, v. 11, n. 20, p. 6.1-6.25, 2018.

MORENO, Jacob L. *Who shall survive?* New York, N.Y.: Beacon House, 1934.

MOTTA, Silvio R. F.; MOURA, Ana Clara M.; RIBEIRO, Suellen R. Modelagem dinâmica de combinação de variáveis por multicritérios: emprego de modelo paramétrico e algoritmo genético no estudo da área de patrimônio mundial reconhecido pela UNESCO na Pampulha, Brasil. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v.14, n.1, p.142-159, set. 2019. http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v14i1.148381ARTIGO142-159

MOTTA, Sílvio R.; MOURA, Ana Clara M.; RIBEIRO, Suellen R. Ampliando do Data-Driven e Knowledge-Driven para propor o visual-driven na análise de multicritérios: estudo de caso de Modelagem em Grasshopper+Rhino3D. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 69/8, ed. esp., p. 1521-1535, 2017.

MOURA, Ana Clara M. A importância dos metadados no uso das geotecnologias e na difusão da cartografia digital. Belo Horizonte, *II Seminário Nacional sobre Mapeamento Sistemático – CREA - MG*, 2005. 18 p.

MOURA, Ana Clara M. Geodesign in Parametric Modeling of urban landscape. *Cartography and Geographic Information Science*, 42:4, pp.323-332. 2015.

MOURA, Ana Clara M. *Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano*. Rio de Janeiro, Ed. Interciência, 3a. ed. 2014. (1a. edição 2003).

MOURA, Ana Clara M. Geoprocessing Technologies for cultural landscape management: support to decision-making process based on characterization, management and studies of alternative futures. In.: *UNESCO CHAIR, New Paradigms and instruments for bio-cultural landscape management*, SITI, Torino, Q#2, p. 14 – 19. 2017.

MOURA, Ana Clara M. Modelagem Paramétrica da Ocupação Urbana – do planejamento urbano autoral à decodificação de valores coletivos, de valores absolutos a relativos. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 2014, Gramado. *Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia. 2014.

MOURA, Ana Clara M. Novos rumos, velhas metodologias: questionamento do aproveitamento real das potencialidades dos Sistemas Informativos Geográficos. *Iº. SEGEO - Seminário Estadual de Geoprocessamento*. Rio de Janeiro, 1996. 9 p.

MOURA, Ana Clara M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. In.: *XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, INPE. Anais, p. 2899-2906. 2007.

MOURA, Ana Clara M.; CAMPAGNA, Michele. Co-Design: digital tools for knowledge-building and decision-making in planning and design. *Disegnarecon*, 11/20, 2018. p. ED1-ED3.

MOURA, Ana Clara M.; FREIRE, Gerson J. Mattos; SANTANA, Sheyla Aguilar de; OLIVEIRA, R. H. DE; FELÍCIO, Marcílio P.; SOARES, América Maria E.; VOLL, Vera Lúcia. Geoprocessamento no apoio a políticas do Programa Vila Vila em Belo Horizonte - MG: Intervenções em assentamentos urbanos precários. RBC. *Revista Brasileira de Cartografia*, v.61, n.2, p.177 - 188. 2009.

MOURA, Ana Clara M.; JANKOWSKI, Piotr. L. Contribuições aos estudos de análises de incertezas como complementação às análises multicritérios: "Sensitivity Analysis to Suitability Evaluation". RBC. *Revista Brasileira de Cartografia*, v.68, p.665 - 684, 2016.

MOURA, Ana Clara M.; MARINO, Tiago B.; BALLAL, Hrishikesh; RIBEIRO, Suellen R. ; MOTTA, Silvio R. F. . Interoperability and visualization as a support for mental maps to face differences in scale in Brazilian Geodesign processes. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, v. 35, p. 89-102, 2016.

MOURA, Ana Clara M.; MORAIS, Camila F.; MELLO, Tiago A. Geodesign and Sustainable Development Goals in the environmental parameterization of the Iron Quadrangle region, Brazil: an academic experience. In: International Journal of Building Pathology and Adaptation, 2022. Vol. ahead-of-print no. ahead-of-print. https://doi.org/10.1108/IJBPA-11-2021-0143

MOURA, Ana Clara M.; MOTTA, Silvio R. F.; SANTOS, Lucas Saliba; SOUZA, Guilherme T. M. Visual-driven como suporte à decisão em Análise de Multicritérios: simulação de pesos das variáveis na produção de Modelos de Avaliação. *GEOSIG - Geografía y Sistemas de Información Geográfica* (Argentina), v.11, n.10, p. 209 - 235, 2018.

MOURA, Ana Clara M.; MOTTA, Sílvio Romero Fonseca; SANTOS, Lucas Saliba; SOUZA, Guilherme Tavares Muzzi. Visual-driven como suporte à decisão em Análise de Multicritérios: simulação de pesos das variáveis na produção de Modelos de Avaliação. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, Luján, año 10, n. esp., p. 190-215, 2018.

MOURA, Ana Clara M.; MOURA, Carlos A.; SANTANA, Sheyla A.; LANNA, Lucas S.; AZEVEDO, Úrsula C.; LOURENCO, Paula M. Geoprocessamento nos diagnósticos e prognósticos de áreas de interesse especial ao na área de influência das linhas de transmissão da CEMIG – estudo de caso da RMBH In: XXIV Congresso Brasileiro de

Cartografia, 2010, Aracaju. *Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia*. p.1570 – 1578. 2010.

MOURA, Ana Clara M.; RIBEIRO, Suellen R.; CORREA, Isadora M.; BRAGA, Bruno. Parametric Modeling of urban landscape: decoding the Brasilia of Lucio Costa from modernism to present days. *Tema - Territorio Mobilità e Ambiente*, Universitá Degli Studi di Napoli, v. 1, p. 695-708, 2014.

MOURA, Ana Clara M.; RIBEIRO, Suellen Roquete; BENEVIDES, Caroline Câmara. Visualização em SIG 3D como suporte a processos de Geodesign: escolha de Semiologia Gráfica para a conexão entre realidade e representação. *GeoSIG (Revista Geografía y Sistemas de Información Geográfica)*, Luján, año 10, n. esp., p. 23-48, 2018.

MOURA, Ana Clara M.; SANTANA, Sheyla. From authorial drawings to the parametric modeling of territorial occupation: representation and modeling influences in the process of designing the urban space. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 66/7, International Issue, p. 1451-1463, 2014.

MOURA, Ana Clara M.; TONDELLI, Simona; MUZZARELLI, Aurelio (2018). Complementary web-based geoinformation technology to Geodesign practices. In A. Leone & C. Gargiulo (Eds.), *Environmental and territorial modelling for planning and design*. (pp. 643-664). Naples: FedOAPress. ISBN: 978-88-6887-048-5, doi: 10.6093/978-88-6887-048-5

MOURA, Ana Clara M.; ZYNGIER, Camila M.; SENA, Ítalo S.; FREITAS, Vanessa T. "Geodesign Experiments in Areas of Social Vulnerability in the Iron Quadrangle, Minas Gerais, Brazil. Land 10, no. 9: 958, 2021. https://doi.org/10.3390/land10090958

MOURA, Ana Clara Mourão. O Geodesign como processo de co-criação de acordos coletivos para a paisagem territorial e urbana. In: LADWIG, Nilzo Ivo; CAMPOS, Juliano Bitencourt (org.). *Planejamento e gestão territorial: o papel e os instrumentos do planejamento territorial na interface entre o urbano e o rural.* Criciúma (SC): UNESC, 2019. Cap. 1.

NORBERG-SCHULZ, Christian. *Genius Loci – Towards a phenomenology of architecture.* London: Academy Editions, 1980.

NYERGES, Timothy L.; JANKOWSKI, Piotr. Enhanced adaptive structuration theory: A theory of GIS-supported collaborative decision making. Geographical Systems, 4(3), 225-257. 1997.

Palo Alto Research Center. (1994). Xerox PARC map viewer. http://www2.parc.com/istl/projects/mapdocs/

PAULA, Priscila L.; CAMARGOS, Lourdes M.; MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, Christian R. WebGIS como suporte à visualização de informações para processos de Geodesign: estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. GeoSIG (Revista Geografía y Sistemas de Información Geográfica). Luján, Año 10, Número especial, 2018, Sección I: Artículos. pp. 184-208.

PAULA, Priscila L.; MOURA, Ana Clara M. O uso de tecnologias de geoinformação web-based com os i-generation na prática do planejamento urbano compartilhado. *8º. Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS 2018).* Cidades e Territórios - Desenvolvimento, atratividade e novos desafio. Coimbra – Portugal, 24-26 de outubro de 2018.

PENSA, Stefano; MASALA, Elena; MARINA, Ognen. E se la forma seguisse la funzione? L'esplorazione della desiderabilità nella città di Skopje. *Disegnarecon,* Università Degli Studo di Bologna, n.11, April. 2013.

PERRY, Clarence A. *The Neighborhood Unit: A Scheme of Arrangement for the Family-Life Community Regional Plan of New York and Its Environs*. New York: Arno Press, vol. VII, 1929.

PEUQUET, Donna; MARBLE, Duane. *Introductory readings in Geographic Information Systems*. London, Taylor & Francis. 382 p. 1990.

PINHEIRO, Rafael L.; STEINITZ, C. Geodesign and the future of landscape and urban planning. *DisegnareCon*, 11/20, 2018. p. a1-a5.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE – Secretaria Municipal de Políticas Urbanas –SMURBE e Gerência de Informações e Monitoramento – GEIFM. *Relatório Monitoramento Parâmetros Urbanísticos*, 2007.

ROCHA, Elizabeth M. A ladder of empowerment. *Journal of Planning and Education Research*, 17(1), 31-44. 1997.

ROCHA, Nicole A.; CASAGRANDE, Pedro; MOURA, Ana Clara M. Análise Combinatória e Pesos de Evidência na produção de Análise de Multicritérios em modelos de avaliação. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*. 10, n. esp., p. 37-61, 2018.

ROSIÈRE, Carlos; CHEMALE JUNIOR, Farid. Itabiritos e minérios de ferro de alto teor do Quadrilátero Ferrífero-uma visão geral e discussão. *Geonomos*, v.8, n.2, p. 27-43. 2013.

SAATY, Thomas L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York, McGraw-Hill, 1980. 287 p.

SANTOS, Alessandra G.; MOURA, Ana Clara M. Mobility: exploratory analysis for territorial preferences. *TeMA - Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 12(2), 147-156. https://doi.org/10.6092/1970-9870/6126

SCHULZ, Christian Norberg. *Genius Loci, Towards a Phenomenology of Architecture*. Rizzoli, New York. 1980.

SENA, Ítalo Sousa de. *Visualização e valorização da paisagem a partir de geogame*. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2019. 234 p. Orientação Prof. Ana Clara Mourão Moura.

SIEBER, Renee. Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework. *Annals of the Association of American Geographers*. v. 96, n. 3, 2006. pp 491-507. https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2006.00702.x

STEINITZ, Carl. 2017. Negotiation is pervasive. *Palestra pública apresentada no "Geodesign South America 2017"*, Belo Horizonte, UFMG.

STEINITZ, Carl. *A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design*. ESRI Press, Redlands. 2012.

STEINITZ, Carl. Improving Our Global Infrastructure: an International Geodesign Collaboration, *IGC*, 2018. Disponível em: <https://www.envizz1.com/igc-overview>. Acesso em:

STEINITZ, Carl. *Um framework para o Geodesign: Alterando a Geografia através do design*. Tradução Ana Clara Mourão Moura, revisão Patrícia Finelli. Esri Press, Redlands, Califórnia – EUA, 2016. 224 p. Disponível para compra em: https://www.amazon.com.br/Framework-Para-Geodesign-Alterando-Geografia/dp/1589484738

TOMLINSON, Roy F. *An introduction to the geographic information system of the Canada Land Inventory*. Ottawa, Canada: Department of Forestry and Rural Development. 1967.

TOULMIN, Stephen E. *The uses of argument*. Cambridge, UK; New York: Cambridge Press. 1958.

TUAN, Y-Fu. *Topophilia: A study of Environmental Perception, Attitudes and Values*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1974.

TUAN, Yi-Fu. *Espaço e Lugar: a perspectiva da experiência*. São Paulo: Difel, 1983.

XAVIER-DA-SILVA, J. O que é geoprocessamento? *Revista CREA/RJ* n.79, 2009, p. 42-44.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. *Geoprocessamento para análise ambiental*. Edição do Autor, 2001.

ZYNGIER, Camila M. *Paisagens possíveis*: geoprocessamento na análise da ação de agentes modeladores das paisagens urbanas dos Bairros Santa Lúcia e Vale do Sereno. 2012. 296 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFMG, Belo Horizonte, 2012.

ZYNGIER, Camila M. *Paisagens urbanas possíveis: códigos compartilhados através dos sistemas de suporte ao planejamento e do Geodesign*. Tese: Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da EA-UFMG, 2016, 280 p. Orientação: Prof.a Ana Clara Mourão Moura.

ZYNGIER, Camila Marques; CASAGRANDE, Pedro B.; MOURA, Ana Clara M.; RIBEIRO, Suellen R. O Geodesign como plataforma para co-design: Estudo de Caso Maria Tereza. *XXI Congreso Internacional de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital*, *Concepción. Blucher Design Proceedings*. São Paulo: Editora Blucher, 2017. v. 3., p. 403-409.

S. RESPOSTAS MAIS DETALHADAS, A PARTIR DOS TÓPICOS COLOCADAS NOS QUADROS DO RELATÓRIO DO CNPq:

Impactos do projeto para avanço do estado da arte na área do conhecimento

Somos hoje referência mundial em Geodesign. Geodesign significa projetar “como” e “para” a geografia, considerando as características do lugar e em ação propositiva que gere futuros alternativos para a área. O Geodesign propõe que o planejamento seja realizado incorporando diferentes atores, em processo por cocriação e ampliando a escuta cidadã. Ele visa dar suporte à tomada de decisões sobre o território de interesse comum, mas ele também tem como princípio o suporte à opinião, que é fazer as pessoas passagem por um processo de planejamento e aprenderem como funcional, o que é “aprendizado transformador”.

Uma vez vivenciada a experiência de um workshop de Geodesign, o participante:

- Aprende a usar e interpretar a informação geográfica, entendendo as relações em as ocorrências e fenômenos no espaço, resultando no “Enriquecimento de Leitura” sobre o estudo de caso;

- Aprende a construir a relação entre representação (mapas) e realidade (o que ele vê) através do uso de mapas mentais que favorecem a geovisualização. Investimos expressivamente em estudos de representação espacial, cartográfica bidimensional e tridimensional, para que as pessoas realmente entendessem os dados e pudessem usá-los na construção coletiva de ideias. Investimos muito em modelagem da paisagem por representação da paisagem por capturas drones, croquis e identificação de Unidades de Paisagem;

- Aprende a registrar suas opiniões, em processo baseado em crowdsourcing (mapeamento compartilhado) e VGI – Volunteered Geographic Information (mapeamento voluntariado). Entende que sua contribuição pode fazer a diferença e entende o papel da informação georreferenciada e atualizada;

- Entende o que é construir uma ideia, descrever e justificar essa ideia, especializar de modo georreferenciado esta ideia, na etapa de “Criação de propostas”. Entende que suas ideias podem ser colocadas na forma de pontos, linhas e polígonos, e que para isto elas precisam ser conformadas em

uma dimensão, trabalhando o “onde”, “quanto” e “como”, o que dá mais assertividade e senso de realidade para a proposição. Ele sai do mundo das ideias meramente críticas e questionadoras para ir para o mundo das propostas possíveis e que tenham materialidade. Isto significa sair do incômodo que só faz crítica e estaciona no amargo da crítica, para ir para a ação de propor e ser proativo. Sai da crítica assentada para o propor caminhante;

- Aprende a ouvir e ler críticas sobre as suas ideias, em debate classificado como etapa de “Diálogos”. Ao receber críticas sobre as suas ideias, ele tem a possibilidade de realizar ajustes e revisões. As críticas são elaboradas de modo respeitoso, por registro na plataforma, e podem avaliar a assertividade locacional, temática e a prioridade. Pode acontecer da ideia ser boa, mas não é prioridade. Pode acontecer dela ser interessante, mas está no lugar errado. Pode acontecer dela ser boa, mas apresentar impedimentos ou restrições técnicas. Tudo isto fica registrado na plataforma de Geodesign no processo do workshop, e o autor tem um feedback;

- Aprende a se posicionar e a votar nas ideias mais indicadas para a área de estudo. Para tomar uma decisão, ele tem como suporte uma ampla gama de mapas organizados na forma de uma IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais, em plataforma baseada na Web. Com isto, a sua decisão não é aleatória, mas embasada em dados. E ela é também apoiada pela leitura das críticas deixadas ali pelos participantes. Então é um aprendizado de voto consciente, que foge das ideologias alienantes e faz o participante pensar e analisar para decidir. Na votação, não cabe decidir porque não se gosta da ideia porque ela é do grupo “x” ou “y”, mas sim porque ela se justifica em um espaço, tempo e nas condições existentes. Observamos, muitas vezes, o próprio autor votar contra a sua própria ideia, em virtude de críticas e comentários colocados que o fazer perceber que realmente era um engano, ou que não seria para este momento da questão urbana, ou por qualquer outro motivo;

- Aprende a mensurar performances, cumprir metas colocadas como expectativas do workshop. O grupo coordenador do workshop deve inicialmente definir claramente os objetivos para a sua motivação e definir critérios claros que pretende mensurar ao final do processo. Os participantes devem ser informados sobre essas metas e devem receber mecanismos de mensuração de seus cumprimentos que os auxiliem durante o workshop. Nossa programação de scripts, apresentados para cada workshop, deve se esforçar para criar esses mecanismos de visualização e acompanhamento de performances. Diante disto, o participante aprende que para propor ideias ele deve considerar metas, e deve aprender a trabalhar com um posicionamento responsável e assertivo. A participação no workshop não pode ser apenas um jogo, assim como a participação em processos de decisão coletiva devem ser responsáveis e calibrados por referências sobre o esperado e o possível, diante de cada realidade;

- Aprende a analisar os resultados obtidos, e ajudar a coordenação a decidir se a aplicação do Geodesign e as etapas cumpridas no workshop foram suficientes para se chegar a uma decisão, ou se caberão novas rodadas e ajustes metodológicos.

Diante do exposto, de modo muito resumido, é possível entender que o Geodesign é um novo método, totalmente a tom com os valores contemporâneos, que são:

- Escalabilidade de Processos – em um país de dimensões continentais como é o Brasil, é preciso aprender a trabalhar de modo a reaplicar o processo em muitos e diferentes lugares, com condições muito variadas de conhecimento, capacidade, acesso a tecnologias e variabilidade das potencialidades e vulnerabilidades. Não se pode fazer um estudo que se limite a um recorte espacial, mas o método precisa ser suficientemente robusto para ser aplicado a muitos estudos de caso;

- Critérios Defensáveis e Reproduzíveis – uma vez aplicado o framework de trabalho proposto pela nossa equipe para o Geodesign, é possível explicar com clareza o que foi feito, como foi feito, por que foi feito, o quanto foi feito. E uma vez claramente explicado (o que é o princípio de critério defensável),

um outro pesquisador pode aplicar o processo em um novo estudo de caso (o que é o princípio de reproduzível);

- Adaptabilidade das Etapas – justamente por ter sido criado em um país tão complexo, de escala continental, e com grandes diferenças de realidades espaciais, o nosso método - traduzido no nosso framework de trabalho, nas nossas ferramentas de emprego em dados geoespaciais, e no uso da nossa plataforma web-based, o GISColab – precisa ter flexibilidade para ser adaptável a cada estudo de caso. Então, há uma base de procedimentos já bastante testada e ajustada, mas ela é totalmente adaptável, pois é uma necessidade do país, que diríamos ser também uma necessidade mundial, em virtude de valores contemporâneos. Iniciamos os estudos empregando o framework de Steinitz (2012), o primeiro autor do método, e a sua plataforma desenvolvida com Ballal (2015), o GeodesignHub, que usamos em 30 workshops. Contudo, a partir de amplos e muitos estudos, ajustamos o framework ao nosso modo de trabalho e investimentos na plataforma GISColab, na qual já realizamos 33 workshops. Mas no nosso modo de trabalho, nunca é sempre a mesmo roteiro, e estamos sempre atentos a observamos as necessidades e expectativas, as capacidades e limitações, e estamos aptos aos ajustes de processos e à criação de ferramentas de suporte.

Do ponto de vista tecnológico, investimos e avançamos nos princípios:

- Captura de imagens drones para representação das Unidades de Paisagem, usando como exemplo o Quadrilátero Ferrífero, para o qual capturamos imagens referenciais de todas as unidades e registramos todas as especificidades de interesse na paisagem;

- Captura por drone com vistas à modelagem tridimensional de recortes específicos no Quadrilátero Ferrífero, com vistas a testar e favorecer a geovisualização em estudos de caso. Destacamos a aplicação em workshops em áreas de vulnerabilidade social, nas quais a exclusão tecnológica e o analfabetismo digital poderiam ter sido impedimentos ao pleno desenvolvimento do estudo, mas o desafio foi enfrentado com o uso dos modelos tridimensionais representativos das áreas;

- Aprendizado no uso de dados específicos, a exemplo de dados de LIDAR (Light Detection and Ranging) em estudos de recortes do Quadrilátero Ferrífero onde usamos os dados para modelagem dos volumes edificados e dos volumes vegetados. Aprendizado no uso complexo de imagens de satélite, a exemplo para a modelagem da temperatura de superfície e dos estudos para o planejamento com base no clima;

- Aprendizado na estruturação de um PSS Geográfico – Planning Support System, indicando atores, ações, tarefas, objetivos, metas e etapas. O nosso framework de trabalho no GISColab reflete esses estudos;

- Criação de scripts de programação na construção de ferramentas de apoio ao workshop, específicas para mensuração dinâmica de performances, na forma de WPS – Web Processing Service;

- Otimização e padronização para adaptação de uma plataforma existente (AVA, da GE21 Geotecnologias) para que ela fosse transformada para as aplicações de Geodesign na forma do GISColab, plataforma web-based baseada em Web-GIS e IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais);

- Investimentos em estudos de Modelagem Paramétrica, com aplicações das ferramentas do Rhino + Grasshopper e do CityEngine-ArcGis. Estudos na construção de scripts que favorecem a geovisualização de parâmetros urbanísticos e na construção de estudos simulativos baseados na lógica do if-then (a partir de uma escolha de parâmetros, definição de cenários alternativos);

Destacamos que nossas escolhas realizadas para a otimização da plataforma GISColab foram relacionadas ao princípio de OGC – Open Geospatial Consortium, o que significa adotar um padrão

mundial estabelecido para a colaboração entre usuários de tecnologia e para plena acessibilidade e troca de dados e protocolos. Além disto, em todos os nossos processos colocamos muito valor e atenção na geovisualização, que é a compreensão da realidade espacial favorecida pela forma do tratamento gráfico e o modo de consumo da informação geoespacial. Finalmente, sempre foi uma pedra fundamental o respeito à interoperabilidade, o que significa a possibilidade de dialogar plenamente com outros aplicativos e processos, o que, em síntese, garante que não importa como cada ator do planejamento produza o seu dado e o seu processo, todos iremos ter condições de consumi-lo.

Pelos motivos expostos, trabalhamos o que há de mais atual nos valores contemporâneos, inovando no modo de trabalho e no emprego das tecnologias de geoinformação. Os muitos estudos realizados estão descritos no relatório detalhado, contidos nos 37 artigos e 28 capítulos de livro produzidos, e estão como um produto síntese no ebook de livro acesso:

MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

Disponível em: https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

Indicamos também a leitura do relatório completo:

https://geoproea.arq.ufmg.br/blog/relatorio-projeto-cnpq-401066_2016_9

Contribuição do projeto para inovação de produtos, processos ou políticas públicas

Projeto foi destinado a experimentos de processos de cocriação por geocolaboração. Através do uso de conhecimentos de geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas disponibilizadas em plataforma web-based, se propõe avançar nas etapas de caracterização e análise do território, chegando às etapas propositivas. Desta forma, se avança no ciclo de representação, análise e proposição de paisagens, em diferentes condições e escalas. Isto é o “Geodesign”.

Por outro lado, traz também as questões de modelagem paramétrica, que significam identificar parâmetros que possam ser trazidos como modos de atuação no espaço urbano, ambiental e da paisagem, como forma de transformações que qualifiquem a área. Parametrizar significa identificar potencialidades e vulnerabilidades e, diante das análises, propor formas de mudanças que possam ser incorporadas em normativas, orientações, proposições. No Brasil, os planos diretores têm caráter morfométrico, pois se limitam a estabelecer formas de ocupação condicionadas pela morfometria, através de parâmetros de afastamentos em relação às divisas, alturas máximas, taxas de ocupação, coeficientes de aproveitamento. Quando muito, incluem o parâmetro de taxa de permeabilidade. Mas é uma forma limitante e limitada de planejar a cidade, ignorando muitos princípios ambientais e culturais. É uma forma de gestão que atende ao mercado imobiliário, mas definitivamente não contribui para a qualidade de vida, para a qualidade da paisagem, para as questões ambientais, e ainda ignora a responsabilidade frente às mudanças climáticas globais.

Os estudos em parametrização visam inicialmente fazer a modelagem do que significa implantar os parâmetros existentes (morfométricos), mas o foco é, sobretudo, apresentar novos parâmetros alternativos que atendam a valores culturais e de valorização da paisagem, a valores ambientais e promoção da qualidade de vida, e aos parâmetros que possam contribuir nos impactos às mudanças climáticas globais. Como parte dos estudos, foram realizados inúmeros processos de caracterização

das condições ambientais pelo emprego de geoprocessamento, todos publicados. Em recortes de diferentes dimensões no Quadrilátero, da escala local à regional. E entre os estudos relacionados à proposição, foram produzidos dois capítulos de livro, no livro produto principal e final da pesquisa, nos quais são apresentadas propostas de novas parametrizações.

Os capítulos foram: capitulo 2 – "Preservação da paisagem urbana e as leis de ordenamento territorial no Brasil" e capítulo 9 – "Geoprocessamento e planejamento regional e urbano com base no clima no quadrilátero ferrífero". No capítulo 2 é apresentado um amplo estudo sobre a evolução das normativas urbanas no Brasil e demonstra que os Planos Diretores brasileiros não se adaptam a cada realidade local, mas se limitam a apresentar tabelas de parâmetros urbanísticos morfométricos, perdendo a oportunidade de colaborarem de fato com as questões da qualidade de vida cultural e ambiental. No mesmo capítulo, como crítica, é apresentado quadro que mostra como isto acontece no Brasil, evidenciando as limitações a serem enfrentadas. No capítulo 9 são realizados estudos de mensuração da questão climática no Quadrilátero Ferrífero e se avança na proposição, através de apresentação de novos parâmetros urbanísticos que podem ser aplicados em diferentes escalas de abordagem, com destaque para a escala do planejamento urbano e dos planos diretores. O conjunto de parâmetros incluem a abordagem das questões da trama verde e azul e incluem princípios para se execute o planejamento com base no clima.

Uma prefeitura municipal ou uma instituição de planejamento, a partir da leitura dos citados capítulos, pode tomar consciência dos engamos que se repetem há anos nos planos diretores brasileiros, e podem fazer a diferença incluindo novos parâmetros que estejam a tom com os desafios das mudanças climáticas globais, que atendam aos ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, e que, sobretudo, garantam qualidade de vida nas cidades. Para leitura, o ebook é de livre acesso:

MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

Disponível em: https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

No que se refere aos estudos em Geodesign, tema principal da pesquisa, inicialmente foram realizados estudos para o uso do framework do Geodesign (Steinitz, 2012) para as etapas de avaliação e intervenção no espaço urbano. Visa aplicar os modelos e avaliação (modelos de representação, processos e análise) e de intervenção (modelos de mudança, impacto e decisão) nas ações sobre o espaço urbano e de paisagens notáveis.

Com o desenvolvimento dos estudos, foram testados novos roteiros e aplicativos, com destaque para a plataforma brasileira de Geodesign o GISColab (Moura e Freitas, 2020). Através de desenvolvimento de scripts na tese de Doutorado de Christian Freitas, e com proposta conceitual e metodológica da Profa. Ana Clara Moura, foi estruturada a plataforma brasileira de Geodesign, o GISColab.

A plataforma já foi amplamente testada em workshops de Geodesign em 14 universidades brasileiras, mas destaca-se, também, que foi testada por conjuntos de técnicos de planejamento de escala estadual e municipal.

Na escala estadual, técnicos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) e da Secretaria Estadual de Transporte (SETRAP) do Amapá participaram do workshop "Trees for metropolitan regions – estudo de caso da Região Metropolitana de Macapá), como parte de nossos estudos em 13 regiões metropolitanas do Brasil. Na escala municipal, colaboramos com a Prefeitura de Belo Horizonte através do Treinamento em Geodesign – "Planejamento territorial apoiado em tecnologias de geoinformação para processos de escuta cidadã, decisão compartilhada e cocriação de ideias", promovido pelas Subsecretaria de Planejamento Urbano (SUPLAN) e Secretaria Municipal de Política Urbana (SMPU) da PBH. Ainda em escala estadual, quando da elaboração do workshop do "Geodesign South America 2019", ocorrido em Florianópolis, desenvolvemos o estudo de caso "Geodesign como cocriação de ideias para enfrentar desafios em terras indígenas do Sul do Brasil: estudo de caso Ibirama La Klano", para o qual contamos com a parceria da Defesa Civil do Estado de Santa Catarina, da qual alguns técnicos foram co-autores de publicação sobre a experiência.

Todos os estudos de caso nos ajudaram a rever e ajustar processos, criar novos scripts destinados a mensuração de performances para durante e depois do workshop, nos trouxeram desafios enfrentados sobre a ampliação da geovisualização (a exemplo de inclusão da modelagem tridimensional resultante de capturas por drones). Os desafios geraram um amplo conjunto de publicações, na forma de um livro principal de 610 páginas contendo a grande coleção de 97 mapas e as imagens drone da área, 28 capítulos de livros em coautoria com os muitos colaboradores acadêmicos ou técnicos do planejamento, 37 artigos de revistas nacionais e internacionais também em coautoria com acadêmicos e profissionais do planejamento.

A plataforma GISColab é hoje uma referência mundial em Geodesign.

O processo de Geodesign, mais especificamente o modo brasileiro de fazer Geodesign, como princípio de cocriação de ideias em planejamento compartilhado e contando com escuta cidadã, é hoje um conjunto de métodos que está a tom com os valores e necessidades do planejamento contemporâneo. E a pesquisa nos favoreceu sermos a principal referência no tema no Brasil e, partir do relatório detalhado apresentado, se entende que somos também referência no mundo.

Indicamos também a leitura do relatório completo:

https://geoproea.arq.ufmg.br/blog/relatorio-projeto-cnpq-401066_2016_9

Contribuição do projeto para formação de recursos humanos especializados para a academia, educação básica e superior, indústria, setor de serviços e setor público

Estiveram envolvidos no projeto 36 pessoas, entre professores, pesquisadores, alunos de mestrado, alunos de doutorado e alunos de iniciação científica. Todos foram amplamente capacitados nos princípios de Geodesign e cada um contribuiu com sua expertise na construção do estado-da-arte e no estado-do-desenho da pesquisa. Isto citando o grupo principal diretamente envolvido, mas considerando o os coautores e as muitas pessoas que participaram dos workshops este número chega a centenas.

Centenas porque nos anos de 2017, 2019 e 2021 realizamos o Geodesign South America em Belo Horizonte, em Florianópolis e em Palmas, contando com uma média de 120 participantes em cada evento, nos quais promovemos palestras, apresentação de trabalhos e workshops de Geodesign: GEODESIGN SOUTH AMERICA 2017 - Strategic Planning for Alternative Futures", "GEODESIGN SOUTH AMERICA 2019 - Risk Management, Urban Growth and Environment Protection"; "GEODESIGN SOUTH AMERICA 2021 - co-creation by geocollaboration". Os detalhes então no relatório da pesquisa.

Se somam aos eventos os workshops de Geodesign, sobre diferentes temáticas e recortes espaciais, pois o nosso intuito foi divulgar e testar o processo com diferentes usuários. A cada workshop éramos motivados a ajustar o método, a plataforma de trabalho, criar scripts para suporte a decisões. Nos workshops observávamos as atuações dos participantes e aprendíamos com suas apropriações do processo. Realizamos estudos em casos de 4 países (incluindo Brasil) em 30 workshops usando a plataforma de Steinitz e Ballal e 33 usando a plataforma brasileira, o GISColab. Assumindo média mínima de 15 pessoas por workshop (mas alguns chegaram a 50 pessoas) resulta no mínimo 945 pessoas que aprenderam na prática como funciona o Geodesign.

Sobre a formação acadêmica, o projeto resultou em 7 Teses de Doutorado, sendo 5 defendidas (Nicole Andrade da Rocha, Bruno Amaral de Andrade, Ítalo Sousa de Sena, Christian Rezende Freitas, Danilo Marques de Magalhães), uma com defesa prevista para março/2023 (José Irley Ferreira Júnior, sobre modelagem paramétrica), uma prevista para março/2024 (Ashiley Adelaide Rosa, sobre Geodesign). Foram 3 Dissertações de Mestrado defendidas (Pedro Benedito Casagrande, Renata Nogueira Herculano, Lourdes Manresa Camargos) e 2 em andamento (Fabiana Carmo de Vargas Viera, defesa março/2023 e Flávia Las-Cazas de Brito, defesa março/2024, ambas na temática de Geodesign). Foram 7 Bolsas de Iniciação Científica: IC-CNPq concedidas diretamente pela UFMG nos anos de 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022: Marina Magalhães de Castro, Verônica de Toledo Ramos, Débora Fernandes de Faria (por dois períodos), Camila Fernandes de Morais, Tiago Augusto Gonçalves Mello (por dois períodos).

Descrevemos o grupo participante e suas contribuições:

- Ana Clara Mourão Moura – Coordenadora da pesquisa e do Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG. Desenvolvimento de métodos e processos de Modelagem Paramétrica de transformação da paisagem. Discussões sobre contribuições ao Plano Diretor de paisagem do Quadrilátero Ferrífero. Desenvolvimento de modelos de análise, visualização e simulação de transformações na paisagem. Orquestração de todo o processo de Geodesign.

- Clodoveu Augusto Davis Júnior – Professor do DCC-UFMG que atuou no desenvolvimento de processos de captura de dados por mídias sociais, por crowdsourcing e crowdmapping, com emprego de VGI (Volunteered Geographic Information) para compreensão dos valores coletivos. Promoção de mecanismos de produção de dados por tecnologias de geoinformação.

- Rogério Palhares Zschaber de Araújo – Professor da EA-UFMG que atuou no desenvolvimento de processos de análise espacial e regional relacionadas à expansão da ocupação urbana no Quadrilátero Ferrífero.

- Michele Campagna – Professor da Università Degli Studi di Cagliari, Itália, que atuou na discussão sobre o estado da arte no Geodesign. Colaboração em PSS – Planning Support System. Orientações sobre os ensinamentos da diretriz europeia Strategic Environmental Assessment.

- Mônica Amaral Haddad - Professora da Iowa State University – USA que atuou na discussão e orientação sobre metodologias e modelos de análise especial, com destaque para ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) para estudos da distribuição territorial de fenômenos e ocorrências. Conduziu um dos workshops do Quadrilátero Ferrífero de abordagem Social.

- Silvio Romero Fonseca Motta – Professor da PUC-Minas que atuou no desenvolvimento de metodologias de aplicação de modelagem paramétrica com o emprego de Rhino3D, Grasshopper e CityEngine na escala urbana e territorial. Discutir a modelagem paramétrica, tema que o professor domina e que foi seu objeto de doutoramento e pós-doutorado.

- Alfio Conti – Professor da EA-UFMG que atuou no desenvolvimento de processos de análise territorial em escala metropolitana e regional. Atuação em estudos da dinâmica territorial e conexões entre áreas urbanas no Quadrilátero Ferrífero, além de investigações sobre a paisagem rural. Foi responsável pelos estudos de Unidades de Paisagem Rural.

- Karla Albuquerque de Vasconcelos Borges – Profissional da PBH e Professora da Especialização em Geoprocessamento da UFMG que atuou em discussões sobre IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais (SDI – Spatial Data Infrastructure). Estudos de participação cidadã.

- Tiago Badre Marino – Professor da UFRRJ que atuou no desenvolvimento de mecanismos de captura de informações e valores coletivos através de mídias sociais, por crowdsourcing e crowdmapping, por VGI (Volunteered Geographic Information), temas que o professor domina. Foi responsável pela introdução do tema “interoperabilidade” na pesquisa e participou de workshops de Geodesign e eventos científicos. Colaborou cedendo o uso da plataforma ViconSaga para aplicações de crowdsourcing e VGI.

- Bráulio Magalhães Fonseca – Professor do IGC-UFMG que colaborou em estudos da paisagem geomorfológica do Quadrilátero Ferrífero. Participou dos workshops de Geodesign do Quadrilátero Ferrífero trazendo o olhar da geomorfologia, riscos e meio ambiente.

- Camila Marques Zyngier - ex-aluna de doutorado e professora visitante da EA-UFMG que estudou o papel do PSS – Planning Support System e de mecanismos de Visualização para a identificação de códigos compartilhados na participação cidadã.

- Suellen Roquete Ribeiro – ex-aluna de graduação e ex-bolsista de Iniciação Cientifica CNPq que atuou em estudos de Modelagem Paramétrica. Participação fundamental em programação no CityEngine e em processos de Geodesign com o CityEngine.

- Gustavo Adolfo Martinez – iniciou como pesquisador voluntário e depois se tornou aluno de Mestrado da UFMG. Atuou em estudos perimetropolitanos e de Geodesign, preparando estudo de caso na Itália e participando de vários outros. Conduziu estudo de caso na Colômbia. Foi parte do grupo que atuou na classificação das Unidades de Paisagem Rurais.

- Brian Antony Orland – Professor que leciona Geodesign na Georgia State University, USA. A sua atuação foi fundamental nos primeiros testes da plataforma brasileira de Geodesign, realizados quando de sua vinda ao Brasil. Ministrou palestra, fez trabalho de campo e deu seu parecer sobre nosso desenvolvimento na plataforma brasileira de Geodesign.

- Bruno Amaral de Andrade – aluno de doutorado que estudou o papel do Geodesign e de Gamização (serious games) para participação cidadã em tomadas de decisão, sobretudo no envolvimento de crianças.

- Nicole Andrade da Rocha – aluna de doutorado que estudou o papel do Geodesign para apoio à proposição de Planos Diretores de Áreas Verdes em escalas urbanas. Abordou a questão da infraestrutura verde e foi fundamental em mapeamentos da temática em estudos de caso desenvolvidos. Atuou na abordagem ambiental do Quadrilátero Ferrífero.

- Ítalo Souza de Sena – aluno de doutorado que estudou o papel do Geodesign para apoio à análise e proposição de Potencial Geoturísticos para áreas de paisagens notáveis no Quadrilátero Ferrífero. Desenvolvimento de aplicativo de gamificação para valorização da paisagem de valor cultural e arqueológico, com o uso do Minecraft e estudo de caso de Ouro Preto. Foi responsável pelos estudos de abordagem Geossitêmica no Quadrilátero Ferrífero.

- Christian Rezende Freitas – aluno de doutorado se incorporou ao grupo para desenvolver processos de produção de dados e de favorecimento de acesso aos dados por IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais), temática em que tem ampla experiência por ter sido o principal técnico de processo muito bem-sucedido no Brasil. Foi o principal responsável na programação da plataforma brasileira de Geodesign. É co-autor principal de grande parte dos artigos e capítulos que abordagem a questão tecnológica.

- Chiara Cocco - aluna de doutorado do Prof. Michele Campagna, na Pós-Graduação da Università Degli di Cagliari, Itália. A arquiteta italiana que testou nossos protótipos brasileiros de comparação de similaridade de diagramas em estudos de caso italianos.

– Danilo Marques de Magalhães – aluno de doutorado que realizou capturas drone para promoção da geovisualização das Unidades de paisagem no Quadrilátero Ferrífero. Realizou estágio sanduíche na Itália, na Universidade de Bologna, onde realizou entrevistas com pesquisadores sobre Unidades e Âmbitos de Paisagem e a normativa italiana sobre Plano Paisagístico.

– Ana Isabel Anastasia de Sá – aluna de doutorado. Desenvolveu aplicações do Geodesign em ações de Orçamento Participativo, usando a nossa plataforma GISColab. Infelizmente, não citou o projeto no seu texto final de tese, embora tenha se envolvido o tempo todo nos estudos. Não computamos sua tese em nossos números. Aparece um muitas de nossas publicações.

– José Irley Ferreira Júnior – aluno de doutorado que se incorporou ao Laboratório atuando na temática de estudos de parametrização urbana. Defesa prevista março/2023.

– Ashiley Adelaide Rosa - aluna de doutorado que deu suporte a muitos workshops de Geodesign, com vistas a avaliar métodos e técnicas para as suas aplicações específicas, em desenvolvimento, em recorte do Quadrilátero Ferrífero, em área urbana densa. Defesa prevista março/2024.

- Pedro Benedito Casagrande – aluno de mestrado que estudou o papel do Geodesign nos aspectos geológicos. Deu apoio ao mapeamento dos potenciais geoeconômicos. Conduziu o workshop de Geodesign Quadrilátero Ferrífero abordagem Econômica.

- Renata Nogueira Herculano – aluna de mestrado que estudou o papel dos Parâmetros Urbanísticos na formação da paisagem brasileira. Estudou parâmetros urbanísticos e paisagem urbana. Levou seus

alunos de universidade particular para participarem de workshop de Geodesign sobre o Quadrilátero Ferrífero.

- Lourdes Manresa Camargos – aluna de mestrado que estudou o papel da infraestrutura azul nos estudos de caso desenvolvidos, em diferentes escalas do Quadrilátero Ferrífero. Trouxe a discussão da engenharia ambiental e dos recursos hídricos para o grupo, investigando sobre boas práticas na temática. Atuou na abordagem ambiental do Quadrilátero Ferrífero.

- Vanessa Tenuta de Freitas – aluna de mestrado orientada pela Prof.a Ana Clara Moura. Abordou a questão da aplicação do Geodesign no planejamento de áreas de vulnerabilidade social, estudos de caso no Quadrilátero Ferrífero. Infelizmente, não citou o projeto no seu texto final de mestrado, então não computamos a dissertação em nossos índices. Aparece um muitas de nossas publicações.

- Fabiana Carmo de Vargas Viera - aluna de mestrado que atua no tema de Geodesign e estuda especificamente a associação com os ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Defesa prevista para março de 2023.

- Flávia Las-Cazas de Brito - aluna de mestrado que atua no tema de Geodesign e estuda especificamente a aplicação do método na proposição de Unidades de Conservação de Proteção Integral, inclusive em áreas do Quadrilátero Ferrífero. Defesa prevista para março de 2024.

- Marina Magalhães de Castro– bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa em 2018. Estudou a temática de Modelagem Paramétrica e participou de estudos de caso de simulação da paisagem urbana segundo Leis de Uso e Ocupação do Solo e Parâmetros Urbanísticos.

- Verônica de Toledo Ramos – bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa em 2018, e por não ter completado 6 meses não obteve certificado.

- Débora Fernandes de Faria – bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa de 2018 a 2020. Estudou Web-Gis e Web-Map.

- Camila Fernandes de Morais – bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa em 2020. Colaborou expressivamente nas análises de resultados dos workshops de Geodesign Quadrilátero Ferrífero. Colaborou nos testes da plataforma brasileira de Geodesign. Atuou nos estudos ambientais e de cobertura vegetal no Quadrilátero Ferrífero.

- Tiago Augusto Gonçalves de Mello – bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa de 2020 a 2022. Colaborou expressivamente nas análises de resultados dos workshops de Geodesign Quadrilátero Ferrífero. Colaborou nos testes da plataforma brasileira de Geodesign. Atuou nos estudos climáticos do Quadrilátero Ferrífero.

- Beatriz Maria Fernandes Araújo – bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluna de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa em 2022. Colaborou expressivamente nos estudos de geovisualização da informação produzida, em como diagramar para leitura as chaves de classificação das Unidades de Paisagem do Quadrilátero Ferrífero.

Contribuição do projeto para difusão e transferência do conhecimento

Hoje somos referência em Geodesign no Brasil e no mundo. Isto foi confirmado por um estudo de revisão sistemática da bibliografia realizado em uma tese de doutorado, cujos resultados obtidos estão citados no texto de relatório anexado. Nesta pesquisa foi observado que o Brasil é o segundo país que mais trabalha e mais tem publicações sobre Geodesign, estando atrás apenas do Estados Unidos, que o país onde surgiu o Geodesign. A Universidade Federal de Minas Gerais é a instituição que mais publica no mundo, ganhando das universidades americanas, pois nos EUA a publicação é difusa em um conjunto de universidade, ao passo que no Brasil, o segundo país que mais publica, tem a produção concentrada, sobretudo, na UFMG, no nosso Laboratório de Geoprocessamento. E quanto aos pesquisadores, a Prof.a Ana Clara Mourão Moura, coordenadora do presente projeto, é a que mais publica no mundo, superando até o criador do método, o Prof. Carl Steinitz, professor emérito da Universidade de Harvard.

A professora Ana Clara inicialmente desenvolveu estudos segundo o método de Steinitz, mas foram muitos os experimentos e estudos realizados, no que resultou na criação do próprio framework de trabalho, baseado em um PSS Geográfico (Planning Support System) e em roteiro adaptado à realidade brasileira. Para tal, utiliza hoje uma plataforma brasileira de Geodesign, o GISColab, web-based e ajustada através de scripts programados para atender ao método. A partir disto, a difusão do Geodesign teve grande impulso.

Acreditamos que ser referência em Geodesign é muito importante, porque defendemos que é um método de expressiva contribuição ao planejamento urbano, ambiental e territorial. Isto porque promove o planejamento compartilhado, por cocriação, e envolve os diferentes atores do lugar. E para envolver diferentes pessoas, é preciso desenvolver processos baseados em dados geográficos entregues com qualidade de geovisualização, para as pessoas realmente possam aprender seu funcionamento e participarem. Nesse sentido, o Geodesign está a tom com os valores contemporâneos e tem potencial para uso em reuniões técnicas ou públicas de planejamento para a produção de Planos Diretores, Planos Ambientais, Planos Paisagísticos.

Com o intuito de envolver um expressivo conjunto de colegas professores e pesquisadores de outras universidades, como contribuição à presente pesquisa realizamos um estudo no qual participaram 14 universidades brasileiras no emprego do Geodesign para a realização de planos para 13 regiões metropolitanas. O objetivo foi a discussão de ideias associadas às ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável) e a proposição de áreas verdes (recuperação, implantação ou expansão) associadas à mensuração de índices de sequestro de carbono acima do solo e abaixo do solo. Foram criados scripts para a mensuração e usada a plataforma GISColab, e todos os grupos seguiram o nosso método, para o qual produzimos, para cada região metropolitana, um conjunto de 40 mapas analíticos, caracterizando potencialidades e vulnerabilidades das áreas – no conjunto, 520 mapas como contribuição ao Brasil, disponibilizados na plataforma que tem caráter de IDE – Infraestrutura de Dados Espaciais, disponibilizados na web).

As universidades envolvidas e as respectivas regiões metropolitanas dos estudos de caso foram: REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG; REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO – Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRRJ + Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF; REGIÃO METROPOLINA DE SÃO PAULO – Universidade de São Paulo – USP; REGIÃO METROPOLITANA DE FLORIANÓPOLIS – Universidade Estadual de Santa Catarina – UDESC; REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – Universidade Federal do Ceará – UFCE; REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE; REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA – Universidade Federal de Goiás – UFG; REGIÃO METROPOLITANA DE MACAPÁ – Secretaria Estadual de Meio Ambiente + Secretaria Estadual de Transporte (SEMA e SETRAP) e Universidade Federal do Amapá; REGIÃO METROPOLITANA CARBONÍFERA – Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina – UNESC; REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – Universidade Federal do Pará – UFPA; REGIÃO METROPOLITANA DE PALMAS – Universidade Federal do Tocantins -

UFT ; REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS – Universidade Estadual de São Paulo em Rio Claro - UNESP de Rio Claro; REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR – Universidade Federal da Bahia – UFBA.

Embora o estudo não se limitasse ao Quadrilátero Ferrífero, embora a Região Metropolitana de Belo Horizonte esteja quase toda dentro do QF, que é recorte espacial principal da pesquisa, o seu desenvolvimento é uma contribuição ao projeto pelos motivos: a) nos favorece divulgar o nosso trabalho e o Geodesign; b) nos desafia na produção de scripts para ferramentas de suporte ao Geodesign a exemplo da mensuração de atendimento aos ODS e a mensuração do crédito de carbono a partir das propostas criadas; c) nos favorece observar diferentes grupos fazendo uso do método e das ferramentas e inovando em modos de ação, o que nos dá ideias de incremento do processo; d) nos favorece a publicação de artigos com pesquisadores de outras instituições.

O trabalho nos permitiu palestrar, em condição de destaque, na reunião anual do IGC (International Geodesign Collaboration - https://www.igc-geodesign.org/) grupo mundial que reúne pesquisadores do tema, reunindo a universidades em todo o mundo para projetar respostas aos desafios locais, regionais e globais que afetam as comunidades no século XXI. Ao se entrar na página há um mapa, no qual se observam os pontos relativos às universidades brasileiras envolvidas. No tópico que descreve a estrutura do grupo, observa-se que a Prof.a Ana Clara Mourão Moura é do seletíssimo grupo de "Advisers" (conselheiros que participam das grandes decisões conceituais e processuais), no qual estão também os famosos professores Michael Batty (University College London, UK), Stephen Ervin (Harvard Graduate School of Design, USA), Michael Flaxman (Geodesigntech, Berkeley, CA, USA), Christina von Haaren, (Leibniz Universität Hannover, Germany), Uri Avin (University of Maryland, College Park, USA), Allan Shearer (University of Texas Austin, USA), Stephen Sheppard (University of British Columbia, Vancouver, Canada), William Miller (Wrmdesign, Redlands, CA, USA). Observa-se que a Prof. Ana Clara é uma das duas únicas mulheres do grupo, e a única não-europeia ou não-norte-americana. O trabalho também foi publicado em importante revista internacional A1 – Sustainability, conforme detalhado no relatório final. Além do artigo específico sobre a experiência, foram publicados muitos capítulos de livro com cada uma das experiências locais, e em todos eles há citação sobre o projeto CNPq.

Observa-se, assim que o projeto foi além do recorte do Quadrilátero e se espalhou pelo mundo. A professora Ana Clara Mourão Moura é hoje referência mundial, e foi convidada para dar palestra na EXPO2020, que aconteceu em 2021 nos Emirados Árabes. Ela palestrou no "Urban and Rural Development Symposium 2021" relatando suas experiências em Geodesign, apresentando os desafios de se projetar para áreas de vulnerabilidade social, apresentando suas experiências no Quadrilátero Ferrífero. A abordagem de uso do Geodesign no planejamento de ocupações, vilas e favelas no Quadrilátero Ferrífero foi também motivo de publicação internacional na revista "Land" (qualis A4) e de capítulos de livro, apresentados no relatório. A Professora foi a única não-europeia e não-norte-americana e a única mulher do grupo ocidental, composto pelos importantes professores Michael Batty, Carl Steinitz, Peter Droege e Brian Orland.

No que se refere à divulgação sobre o Quadrilátero Ferrífero, sua importância para a formação da rede urbana brasileira e para a cultura urbana no país, isto foi amplamente discutido e ilustrado em nossa produção. Para Minas Gerais, é muito evidente a contribuição do projeto, mas para o Brasil também é, pois reunimos capítulos em um livro de 610 páginas, de livre acesso, resultante da pesquisa, no qual discutimos a origem das cidades brasileiras, a normativa brasileira relativa à questão urbana; as normativas brasileiras relativas à questão ambiental; a ausência de normativas no recorte dos Planos Paisagísticos. No relatório anexado encontra-se detalhada a importância do livro, os capítulos que o compõem, assim como a descrição da robusta coleção de mapas e de imagens drone sobre o Quadrilátero Ferrífero que fazem parte da publicação.

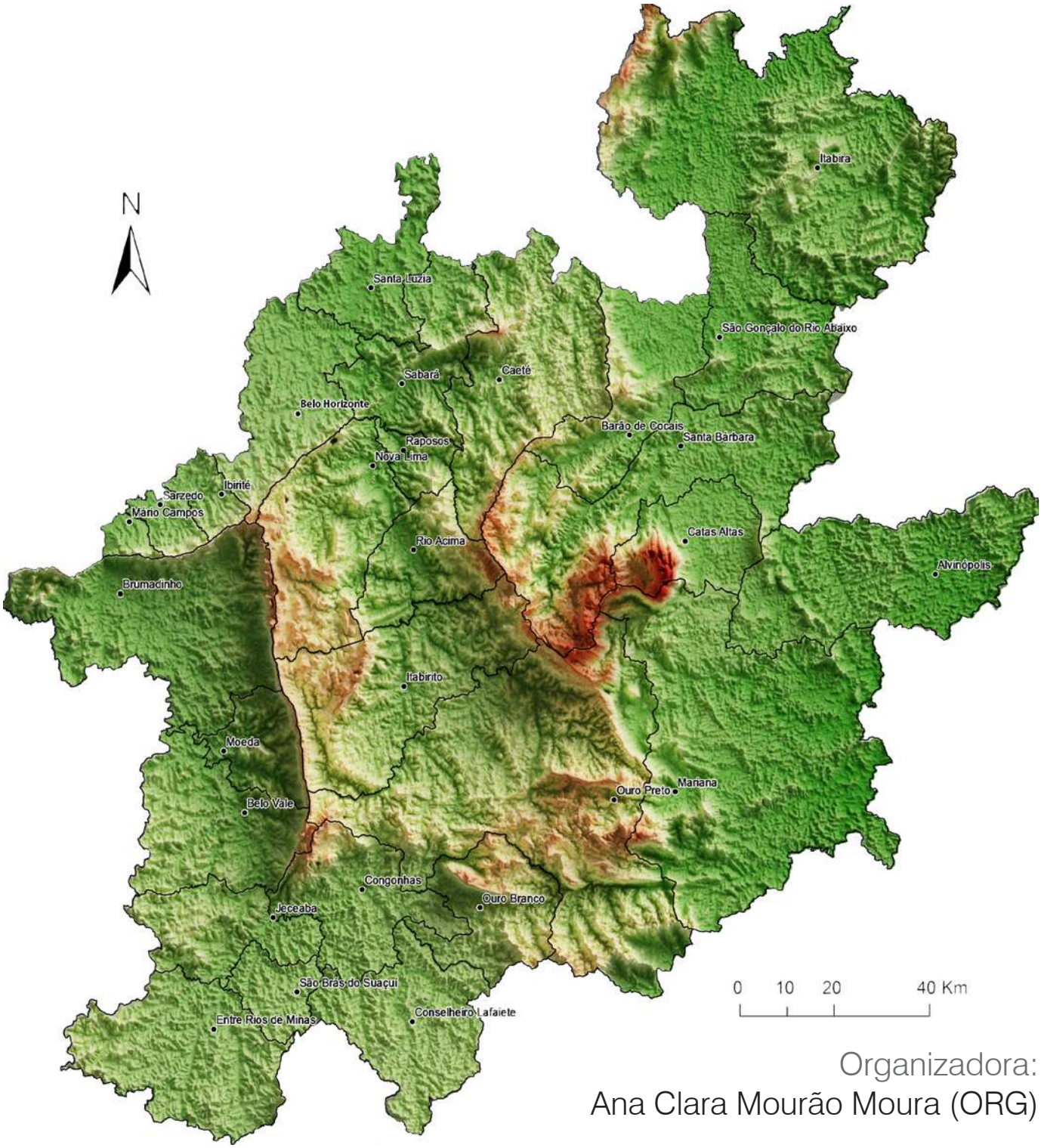
Indicamos também a leitura do relatório completo: https://geoproea.arq.ufmg.br/blog/relatorio-projeto-cnpq-401066_2016_9

T. ANEXO - LIVRO PUBLICADO, QUE COMPÕE O PRESENTE RELATÓRIO

O livro foi formatado de modo diferente do que está na publicação, para se encaixar no relatório, pois o seu formato é de páginas lado a lado, em virtude das análises de mapas e representações de imagens e croquis. Para verificar o livro em seu formato original, indicamos:

https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero



Organizadora:
Ana Clara Mourão Moura (ORG)

Pedro & João editores

Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero

Pedro & João editores

Organizadora:
Ana Clara Mourão Moura

Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero

Pedro & João
editores

Copyright © Autoras e autores
Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

Ana Clara Mourão Moura [Org.]

Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. 610p. 21 x 29,7 cm.

ISBN: 978-65-265-0067-5 [Digital]
DOI: 10.51795/9786526500675

1. Geodesign. 2. Planejamento ambiental e urbano. 3. Planejamento da Paisagem.
4. Geociências. I. Título.

CDD – 900

Capa: Beatriz Maria Fernandes Araújo
Imagem da capa: Ítalo Sousa de Sena
Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828
Diagramação: Beatriz Maria Fernandes Araújo
Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Científico da Pedro & João Editores:
Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/ Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/ Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/ Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil).

Pedro & João Editores
www.pedroejoaoeditores.com.br
13568-878 – São Carlos – SP
2022

Contribuição ao projeto “**Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da paisagem para a região do Quadrilátero Ferrífero – MG**”, apoiado pelo **CNPq** Edital Universal 401066/2016-9 e **FAPEMIG** Programa Pesquisador Mineiro PPM-00368-18.

Sumário

Capítulo 1. **O PAPEL DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO NA REDE URBANA DO BRASIL: FORMAÇÃO DA PAISAGEM E CULTURA .....p. 01 a 27**
Alfio Conti, Ana Clara Mourão Moura, Carlotta Gennari, Gustavo Adolfo Tinoco Martinez

Capítulo 2. **PRESERVAÇÃO DA PAISAGEM URBANA E AS LEIS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL NO BRASIL .....p. 29 a 55**
Vanessa Tenuta de Freitas, Ana Clara Mourão Moura, Renata Nogueira Herculano

Capítulo 3. **A QUESTÃO NORMATIVA NA ESCALA AMBIENTAL: ÁREAS PROTEGIDAS E ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL .....p. 57 a 83**
Thaíse Sutil, Nilzo Ivo Ladwig, Birgit Harter Marques, Ana Clara Mourão Moura

Capítulo 4. **QUADRILÁTERO FERRÍFERO: UM CASO EMBLEMÁTICO PARA O GEODESIGN .. ..p. 85 a 108**
Ana Clara Mourão Moura, Christian Rezende Freitas, Camila Marques Zyngier, Pedro Benedito Casagrande, Ítalo Sousa de Sena, Camila Fernandes de Morais, Alfio Conti, Bráulio Magalhães Fonseca, Lourdes Manresa Camargos

Capítulo 5. **A PAISAGEM URBANA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: UNIDADES DE PAISAGEM E ÁREAS DE INFLUÊNCIA .....p. 109 a 130**
Ana Clara Mourão Moura, Vanessa Tenuta de Freitas, Silvio Romero Fonseca Motta

Capítulo 6. **UNIDADES DE PAISAGEM RURAL NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, UMA ANÁLISE PRELIMINAR .....p. 131 a 165**
Alfio Conti, Gustavo Adolfo Tinoco Martinez

Capítulo 7. **UNIDADES DE PAISAGEM DE SERVIÇOS GEOSSISTÊMICOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO .....p. 167 a 196**
Ítalo Sousa de Sena, Danilo Marques de Magalhães

Capítulo 8. **UNIDADES DE PAISAGEM AMBIENTAL SEGUNDO VEGETAÇÃO E HIDROGRAFIA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO .....p. 197 a 220**
Nicole Andrade da Rocha, Lourdes Manresa Camargos, Camila Fernandes de Morais, Ana Clara Mourão Moura, Tiago Augusto Gonçalves Mello

Capítulo 9. **GEOPROCESSAMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO COM BASE NO CLIMA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO .....p. 221 a 249**
Tiago Augusto Gonçalves Mello, Camila Fernandes de Morais, Ana Clara Moura Mourão

Capítulo 10. **PROCESSOS PARAMÉTRICOS PARA OTIMIZAÇÃO DE PERCURSOS RESILIENTES NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO .....p. 251 a 278**
Silvio Romero Fonseca Motta, Paulo Renato Mesquita Pellegrino, Ana Clara Mourão Moura

Capítulo 11. **GEODESIGN NA DEFINIÇÃO DE UNIDADES DE PAISAGEM NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: BASE PARA UM PLANO DA PAISAGEM .....p. 279 a 310**
Ana Clara Mourão Moura, Alfio Conti, Ítalo Sousa de Sena, Nicole Andrade da Rocha, Danilo Marques Magalhães, Gustavo Adolfo Tinoco Martinez, Christian Rezende Freitas

Sumário

Capítulo 12. **MATERIAL GRÁFICO DA PESQUISA .....p. 311 a 601**
Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da paisagem para a região do “Quadrilátero Ferrífero”

- Mapas iniciais
- Mapas compostos
- Mapas de Unidades de Paisagem
- Chaves de Classificação da Paisagem
- Estudos Propositivos para as Unidades e Âmbitos de Paisagem

13. **Sobre as autoras e os autores ..... .p. 603 a 610**

Prefácio

O livro é uma contribuição ao projeto desenvolvido pela equipe do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG: “Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da Paisagem para a região do Quadrilátero Ferrífero-MG”, Processo 401066/2016-9, Chamada Universal 1/2016 e Fapemig Programa Pesquisador Mineiro - PPM-00368-18, ambos sob a coordenação da Prof. Ana Clara Mourão Moura.

O Quadrilátero Ferrífero é área de interesse e de investigação por parte do Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG, tendo em vista a importância da área para Minas Gerais e Brasil, e para todos os que trabalham com planejamento e gestão territorial na região. O recorte escolhido para os estudos vai além do que é comumente identificado com Quadrilátero Ferrífero, pois não se limita à área de influência do corpo ferrífero e da mineração, mas se amplia até os limites administrativos dos municípios que são tangenciados pela formação geológica. A escolha se justifica porque o estudo visa dar suporte a planos para a região, sejam eles em escala local, municipal, urbana ou de paisagem, de modo que os limites administrativos são sempre uma referência. Desta forma, evita-se, também, os efeitos de interrupção de análises que acontecem quando algum elemento da paisagem, a exemplo as serras, se localiza em mais de um município, ou mesmo quando o interesse é em áreas de fronteiras intermunicipais.

O estudo se inicia em três capítulos que apresentam discussão livre sobre a formação da rede de cidades no Brasil, sobre o impacto das normativas na formação da paisagem urbana, e sobre o papel das normativas ambientais. O capítulo 1 funciona como uma grande introdução sobre como aconteceu a ocupação do Quadrilátero Ferrífero, e destaca a sua importância na estruturação da cultura urbana no Brasil, demonstrando que a área foi berço das manifestações arquitetônicas e urbanísticas brasileiras. O capítulo 2 discute o papel das normativas de controle da paisagem e ocupação urbana do Brasil colonial aos dias de hoje, demonstrando a relação com a paisagem resultante e a associação ou mesmo dissociação com a produção da cultura e da paisagem urbanas. O capítulo 3 relata o surgimento das leis relativas ao interesse ambiental e que incidem sobre as áreas de proteção. O discurso desses três capítulos, na forma de abordagem do estado-da-arte, visa relatar a importância do Quadrilátero Ferrífero, mas imediatamente demonstrar a fragilidade e ausência de normativas específicas para a paisagem. Além de apontar as limitações das normativas para os recortes urbano e ambiental, chama a atenção para a ausência de cultura e prática do planejamento da paisagem.

Uma vez contextualizados a área e suas principais questões, no capítulo 4 é feito o relato de um conjunto de workshops de Geodesign realizados para o Quadrilátero Ferrífero, com vistas à cocriação de ideias para a área. Durante a pesquisa foram realizados workshops parciais com cunho econômico, ambiental e social, que resultaram em um workshop geral de integração de propostas. O capítulo explica os conceitos e o método de Geodesign. Não obstante os ganhos resultantes de cada workshop, sobretudo em evolução metodológica, no final das experiências os pesquisadores entenderam que seria necessário partir para os estudos sobre Unidades de Paisagem, como base para proposições de futuros alternativos para a área, a ser usada em discussões com outros agentes ou representantes da sociedade. Nesse sentido, é proposto o tema principal da presente publicação: o estudo de Unidades de Paisagem, com o suporte do Geodesign.

Os capítulos 5, 6, 7 e 8 relatam os processos e os subprodutos dos estudos de Unidades de Paisagem segundo os recortes Urbano, Rural, Ambiental e Geossistêmico. Em cada capítulo os autores apresentam a base conceitual e metodológica adotada para o estudo em específico e manifestam sobre a interpretação do Quadrilátero Ferrífero sob o ponto de vista específico do recorte. Cada capítulo apresenta as variáveis componentes principais da análise que resultou na identificação das Unidades de Paisagem naquela abordagem temática, assim como o roteiro de integração de variáveis.

O resultado de cada capítulo é uma referência metodológica defensável e reproduzível sobre a classificação realizada, assim como a discussão da classificação propriamente dita. Observa-se a influência das normativas italianas sobre os estudos, em virtude da qualidade dos processos de planejamento e gestão daquele país, o que justifica a adoção como referência para novos estudos brasileiros.

O capítulo 9 relata estudos específicos para o planejamento com base no clima, e tem caráter propositivo. O texto apresenta o tema de parâmetros urbanísticos alternativos que consideram a questão climática e o papel da vegetação e das águas, como base para a proposição de serviços ecossistêmicos. É uma possível resposta à crítica sobre parâmetros urbanísticos contida no capítulo conceitual sobre normativas urbanas.

O capítulo 10 relata um estudo que é uma prova-de-conceito. O objetivo é investigar o potencial de aplicação da cartografia dinâmica gerada por Modelagem Paramétrica para estudos preditivos. A intenção é testar, com um conjunto de variáveis iniciais, a construção de respostas dinâmicas sobre melhores opções, caminhos, novos usos, ou qualquer outro tema relacionado ao uso e ocupação de uma área de estudo. O capítulo apresenta explicações sobre modelagem paramétrica e integração de variáveis, como referência conceitual e metodológica para desenvolvimentos futuros.

Finalmente, o capítulo 11 apresenta o processo de integração dos estudos de Unidades de Paisagem para se chegar à proposta de Unidades de Paisagem Estruturantes do Quadrilátero Ferrífero. O processo metodológico é detalhado, demostrando como foram feitas as integrações para se chegar a uma síntese final, com destaque para o papel da tecnologia de geoinformação, representada pelo geoprocessamento, pela geovisualização, pelo Geodesign e pela modelagem 3D por captura drone.

Após os capítulos mencionados, a presente publicação apresenta o material visual produzido pela pesquisa. O Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG coloca o conjunto de conceitos, roteiros metodológicos, imagens, dados e material produzido à disposição da sociedade, como colaboração e respeito ao planejamento do futuro do Quadrilátero Ferrífero, área que traduz o espírito e o coração da mineiridade em amplo sentido.

CAPÍTULO 1
O PAPEL DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO NA REDE URBANA DO BRASIL: FORMAÇÃO DA PAISAGEM E CULTURA

Alfio Conti

Ana Clara Mourão Moura

Carlotta Gennari

Gustavo Adolfo Tinoco Martinez

Resumo:

O capítulo foi elaborado como uma contribuição à compreensão de como se estabeleceu a ocupação urbana no Brasil, com o desejo de demonstrar as razões estratégicas e geográficas que condicionaram não só a distribuição das cidades no território, mas também a morfologia urbana. Assim como a linguagem arquitetônica, a linguagem urbana também é o testemunho dos valores de cada época e conta a história da formação de uma cultura.

O texto se baseia, principalmente, na obra "Contribuição ao Estudo da Evolução Urbana do Brasil (1500-1720)", de Nestor Goulart Reis Filho (1968), contando também com a contribuição de outros autores. O objetivo é apresentar uma base de conhecimento para a compreensão de uma relação espaço-temporal dos eventos ocorridos nas terras correspondentes ao Brasil atual, desde o descobrimento do país até a chegada dos colonizadores nos territórios que hoje constituem o estado de Minas Gerais.

Dada a possibilidade de o leitor indagar sobre os fatos históricos importantes sobre o país, os autores tiveram a liberdade de comentar criticamente os principais valores e formas de pensar que se materializaram através da urbanização, trazendo à tona o papel de Minas Gerais na desse processo e, em particular, da região de produção de ouro (do chamado Quadrilátero Ferrífero às terras diamantíferas da região de Diamantina), no eixo hoje reconhecido como Rota Real, principal berço da cultura urbana tipicamente brasileira.

É difícil compreender como foi possível formar uma nação única numa área consideravelmente maior do que a inicialmente prevista pelo Tratado de Tordesilhas, diferenciando-se também dos territórios de dominação espanhola que ao longo dos séculos se constituíram em vários países, diferentemente das dimensões continentais de uma única vasta nação como o Brasil. Sustenta-se a ideia de que a Coroa portuguesa tenha feito escolhas estratégicas para concentrar o desenvolvimento em alguns grandes eixos destinados à urbanização.

Introdução:

A ocupação urbana do Brasil é objeto de estudo de muitos pesquisadores que avaliam sua estrutura atual e seu desenvolvimento ao longo do último século e meio, tendo como principal ponto de demarcação o processo de industrialização

iniciado na década de 1930, no Século XX. Porém, os estudos sobre a evolução urbana na época do Brasil colonial são muito raros, e na maioria dos casos são trabalhos relativos a regiões específicas do país. Reis Filho é um autor de referência na apresentação de uma visão unitária do Brasil colonial, através da sua publicação "Evolução urbana do Brasil (1500-1720)", de 1968.

O presente capítulo analisa a história do Brasil em seus dois primeiros séculos como colônia e tenta recuperar a contribuição de Reis Filho de forma sintética, mas sem abrir mão de uma visão crítica, enriquecendo-a também com observações e análises complementares. O autor escolhido serve como ponto de partida para a compreensão do processo histórico, ponto de partida para as interpretações de algumas questões trazidas pelos autores, quais sejam:

-Quando começou a vida urbana tipicamente brasileira?

- A formação do território e do tecido urbano se desenvolveram por acaso ou houve alguma estratégia?

- Por que motivos o Brasil se desenvolveu como um único estado com um imenso território (muito maior do que o previsto no Tratado de Tordesilhas), enquanto o resto da América Latina hispânica se dividiu em muitos países?

Da descoberta do Brasil às minas de ouro: 200 anos de história colonial no Brasil

A descoberta do Brasil, que remonta a 1500 d.C. com a chegada do explorador português Pedro Álvares de Cabral. Foi um evento inserido no processo de expansão marítima das nações europeias, desde o final da Idade Média. Neste contexto, Portugal desempenhou um papel particularmente importante.

De fato, a expansão marítima portuguesa foi possível graças ao dinamismo do mercantilismo lusitano e à presença de um forte estado central absolutista. Portugal tinha também uma posição geográfica particularmente estratégica e uma monarquia muito empenhada em expandir as suas redes comerciais. Tais condições já eram presentes em Portugal enquanto outros estados europeus ainda estavam saindo da Idade Média, sofrendo com epidemias, crises e guerras.

A expansão portuguesa teve início no princípio do século XV, com a conquista da cidade de Ceuta (1415 d.C.), localizada no Norte de África, importante porto comercial árabe. A conquista desse ponto economicamente estratégico foi resultado de uma decisão governamental que viu no desenvolvimento econômico e comercial o meio ideal para buscar o fortalecimento da nação (VICENTINO e DORIGO, 1997). A conquista de Ceuta garantiu assim novas rotas comerciais, levando ao acesso a novos e importantes produtos (a exemplo os cereais de Marrocos), ao controle das

rotas asiáticas das especiarias (até então controladas pelos árabes) e ao acesso ao ouro africano.

Henrique, o Navegador, fez importantes investimentos e reuniu geógrafos, exploradores e cartógrafos para aperfeiçoar os navios e empregar ferramentas de navegação da época, alavancando a capacidade da frota portuguesa. Com a fundação da Escola de Sagres, Portugal melhorou as suas capacidades de exploração, dando lugar a operações mais ousadas e a lugares mais distantes.

Ao longo do século XV, Portugal avançou sobre o território africano e sobre as ilhas atlânticas próximas às costas africanas, como a Ilha da Madeira (1418) e o arquipélago dos Açores (1427), estabelecendo nestes locais várias construções (fortalezas para atividades comerciais) e se fixando como uma população dedicada à agricultura e pecuária. O processo de expansão dos domínios portugueses foi financiado não só pela Coroa portuguesa, mas também pela nobreza, atraída pela possibilidade dos elevados rendimentos econômicos e de obter novos títulos nobres com as conquistas.

Em 1460 os portugueses chegaram a Serra Leoa, onde encontraram minas de ouro, e em 1471 chegaram a Guiné. Quatro anos depois as caravelas portuguesas cruzaram o Equador, e em 1488 Bartolomeu Dias chegou ao Cabo da Boa Esperança, também chamado de Cabo da Tempestade, estabelecendo uma nova rota de acesso às Índias. Esta rota foi então redefinida por Vasco da Gama em 1498, o que permitiu interromper o monopólio italiano do comércio de especiarias com o Oriente. (Fig. 01).

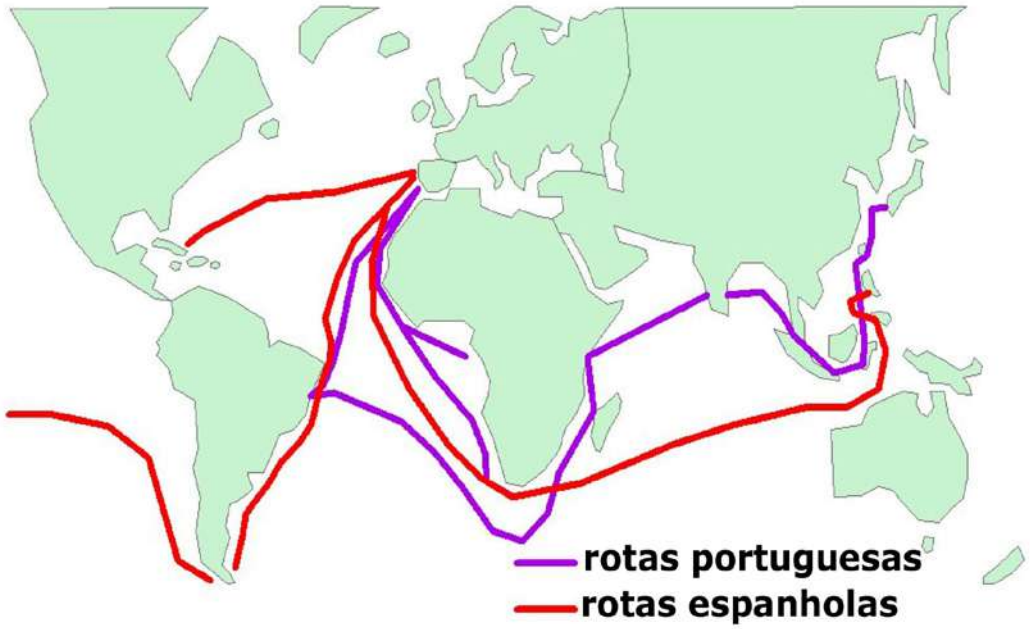


Fig. 01 – Mapa das principais rotas portuguesas e espanholas. Fonte: Elaboração dos autores a partir da bibliografia.

Em 1500 a frota liderada por Pedro Álvares de Cabral tocou as costas do Brasil, mas sem que isso envolvesse a ocupação imediata daquelas terras. Inicialmente, de fato, o país recém-descoberto não representava um atrativo para os conquistadores portugueses, pois, como afirma Reis Filho (1968), era "um território quase deserto, com populações de baixíssimo nível econômico e técnico, sem possibilidade de exportação bens locais ou a capacidade de ter bens manufaturados importados da Europa absorvidos em seu mercado e, finalmente, sem a riqueza colonial espanhola".

Por essas razões, o Brasil não despertou de imediato o interesse dos europeus que acabavam de desembarcar da travessia oceânica, cujas atividades continuavam voltadas para o comércio com o Oriente. Por quase três décadas, os portugueses mantiveram o Brasil em segundo plano, preocupando-se apenas em manter uma guarnição no novo território, pois nesse ínterim a França e a Holanda haviam demonstrado interesse por aquelas terras. Durante algumas expedições no território, os portugueses identificaram o pau-brasil, uma madeira particularmente valiosa e útil como corante têxtil vermelho. Os nativos começaram então a desmatar, trocando madeira por objetos de pouco valor deixados pelos conquistadores.

Correndo o risco de perder a hegemonia sobre tão vasto território, em 1530 o governo português decidiu enviar uma frota de 400 homens liderada por Martim Afonso de Souza, com a missão de realizar expedições para conhecer o sertão do Brasil e para avaliar a presença de metais preciosos. A expedição chegou à foz do Rio da Prata e também conseguiu deter alguns navios piratas franceses.

A ocupação se concentrou em áreas estratégicas em nível comercial, com o intuito de controlar a produção de pau-brasil e enviá-la para a pátria portuguesa.

Havia, assim, uma tendência à ocupação de enseadas, baías e extremidades das costas. Nas imediações desses povoados, os colonizadores construíram algumas fortalezas, que merecem ser analisadas por representarem uma intenção arquitetônica que combinava forma e funcionalidade de acordo com determinados valores simbólicos definidos pelos portugueses. Segundo Fusco (1970) a fortificação é um ícone tridimensional, prático e simbólico, cujo significado atinge aqueles que não possuem as técnicas para construções de tipo militar, mas que, apesar disso, conseguem compreender a mensagem e o código ideológico-cultural: o objetivo dos portugueses era, através dessas construções, demonstrarem sua capacidade defensiva.

A primeira fortaleza foi erguida em Salvador, o Forte de Santo Antônio da Barra, em 1534. Também foram construídas torres cilíndricas em pedra e cal, em estilo manuelino. Esses edifícios em geral visavam ter uma localização estratégica em um amplo leque de atuação, muitas vezes localizados nas colinas, que caracterizaram a posição escolhida pela colonização portuguesa no Brasil. Não há documentos sobre essas primeiras torres, como a primeira construída em Olinda (nas proximidades de Recife), mas o fato de ter sido construída em área elevada demonstra a necessidade de os portugueses estabelecerem o controle do território com mirantes estratégicos.

Em 1532 Martim Afonso fundou a primeira cidade do Brasil, São Vicente, localizada no atual estado de São Paulo; e logo depois seguiu para o interior e fundou a cidade de Santo André da Borda do Campo. Um ano mais tarde Martim Afonso regressou a Portugal e o governo decidiu intensificar a ocupação das novas terras, e para isto D. João III estabeleceu um sistema de capitanias hereditárias, como tinham trabalhado nos arquipélagos dos Açores e da Madeira. Esse sistema consistia na divisão do território em faixas de terra denominadas *Capitanias*, depois doadas a nobres ou capitães beneficiários, que, portanto, tinham a responsabilidade de realizarem a colonização.

O sistema de capitanias hereditárias representou uma solução para transferir o ônus da colonização para particulares, pois era um empreendimento muito caro para a Coroa. A rentabilidade da colônia dependia do cultivo de produtos que pudessem garantir um comércio fácil e de alto valor no mercado europeu. Dada a facilidade com que foi produzida, o cultivo da cana-de-açúcar foi escolhido como a principal atividade agrícola de exportação.

A ação de colonização se deu em função de duas disputas. A primeira, de natureza político-administrativa, foi a redistribuição da terra segundo o instituto da “sesmaria” (direito de uso da propriedade para cultivo): os novos proprietários recebiam terra desde que iniciassem o cultivo da cana-de-açúcar. No Brasil, esse mecanismo lançou as bases de um sistema fundiário, uma vez que as proprieda-

des concedidas eram de tamanho considerável, conferindo ao proprietário poder e status social. A segunda ação foi de cunho econômico e teve origem no plantio da cana-de-açúcar e na construção da primeira usina de produção da colônia, denominada Usina do Governador, que deu lugar à atividade econômica colonial nos séculos XVI e XVII.

Entre 1534 e 1536 a monarquia lusitana doou a 12 donatários 15 faixas de terra que se estendiam desde o litoral até as fronteiras de Tordesilhas. Estes 15 terrenos constituíam 14 Capitanias, cujo sistema era legal e administrativamente regulado pelos documentos "Carta de Doação" (com os direitos de exploração) e "Carta Foral" (com os deveres em relação à Coroa). Esses documentos determinavam os direitos e deveres dos beneficiários que deveriam colonizar as terras, administrá-las através da criação de aldeias, bem como exercer o poder coercitivo para proteger a população de ataques de indígenas ou estrangeiros. (Fig. 02).Os beneficiários da nova propriedade poderiam transferir sua própria Capitania para o filho mais velho, de forma hereditária. Outra prerrogativa do beneficiário era poder doar terras aos assentados que, dentro de um prazo pré-determinado de cinco anos, deveriam se comprometer a ocupá-las e explorá-las, ou as terras seriam devolvidas à propriedade do beneficiário.

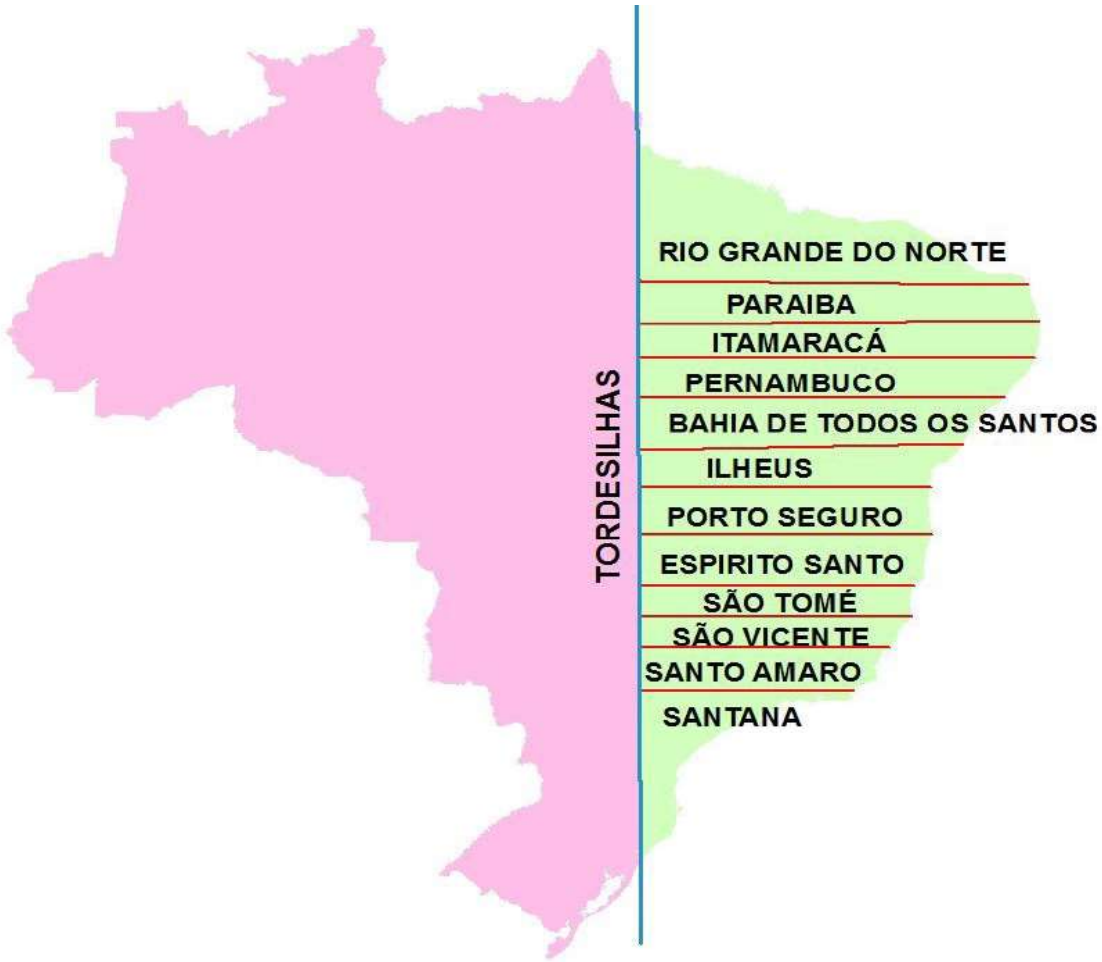


Fig. 02 – Mapa das Capitanias Hereditárias no Brasil. Fonte: Elaboração dos autores a partir da bibliografia.

Visando os interesses econômicos da Coroa, os beneficiários tinham que favorecer o comércio colonial e, caso encontrassem metais preciosos em suas posses, tinham que destinar 5% do valor total à Coroa. A Capitania se constituiu como uma província que, apesar de hereditária, não se caracterizava por uma estrutura feudal, haja vista que a terra era propriedade do Estado português e a lógica dessa estrutura administrativa se baseava em fins lucrativos nacionais que permeavam constantemente as ações dos beneficiários e colonos.

Para responderem à vontade da Coroa, os beneficiários exerciam amplos poderes em nível local. Eles poderiam instalar usinas, escravizar indígenas para trabalho gratuito, realizar o exercício da justiça e cobrar impostos. Deste modo a atividade colonizadora era atrativa para a monarquia lusitana, uma vez que os custos eram suportados pelos beneficiários.

Conforme descrito por Reis Filho (1968, p.34) parte das tarefas que a Coroa havia imposto aos beneficiários e colonos era promoverem a urbanização, cuja estrutura é quase totalmente visível hoje. Por meio de portarias da Coroa, a organização municipal portuguesa foi transferida para os novos centros urbanos. A lógica tinha origem romana e com certas funções político-administrativas e jurídicas, que serviam para manter a ordem na estrutura colonial. O poder municipal na colônia consistia, segundo as portarias, em um Conselho de vereadores e uma assembleia dos prefeitos das cidades, subordinados ao mais alto cargo militar da ordem, chamado capitão-mor. Assim, até o século XVII, pode-se dizer que houve certa autonomia em relação à Coroa, que só retomaria a autoridade diretamente sobre os territórios ultramarinos a partir do século XVIII (a idade de ouro, que mudará completamente os interesses da coroa).

O sistema de capitanias, em geral, falhou no objetivo principal de estimular o processo de colonização. Os motivos são vários, mas podem ser resumidos em dois principais: a falta de interesse e de recursos por parte dos beneficiários, alguns dos quais nem sequer foram ao Brasil; e nos obstáculos físico-geográficos que o vasto território apresentava.

A extensão da capitania podia chegar a centenas de milhares de quilômetros quadrados; a natureza era hostil, formada por densas florestas selvagens, povoadas por tribos indígenas guerreiras e animais peçonhentos; a distância entre os escritórios do porto e o centro do poder colonial era grande, assim como a distância entre os próprios escritórios do porto. Apenas duas capitanias conseguiram obter os resultados desejados no processo de ocupação e exploração econômica da terra: São Vicente e Pernambuco.

São Vicente ficava na zona sul, onde hoje é São Paulo, e seu beneficiário foi Martim Afonso de Souza. Ali se cultivava a cana-de-açúcar e se criava gado. A

Capitania dos Portos de Pernambuco ficava ao norte, onde foram fundadas as cidades de Olinda e Recife: tornou-se a autoridade portuária mais próspera do Brasil graças ao solo e ao clima, particularmente propícios ao cultivo da cana-de-açúcar, mas também graças à a menor distância da pátria, o que tornava o transporte de mercadorias menos caro. Outro fator que determinou o sucesso desta capitania foi a situação de paz alcançada com os indígenas locais. Em 2 de junho de 1537, o Papa Paulo III promulgou a Bula "Sublimis Deus" reconhecendo que os indígenas americanos eram dignos de receber a fé cristã e, assim, sua escravidão foi abolida.

Em 1540 Inácio de Loyola fundou a Ordem dos Jesuítas que desempenhou um papel muito importante no Brasil na educação dos povos indígenas por, pelo menos, 200 anos. Em 1541, um explorador espanhol descobriu o rio Amazonas e o nomeou assim porque viu tribos indígenas na área se comportando como amazonas. Em 1548, diante de vários ataques das rebeliões francesas e indígenas, Dom João III decidiu estabelecer um governo central no Brasil, em Salvador, e colocou Tomé de Souza como governador geral, que promulgou a primeira constituição do país. Em 1551 foram fundadas a primeira Diocese e a primeira Catedral. Somente em 1718 foi criada a primeira Santa Casa, em Porto Seguro. Nota-se que era clara a intenção de conquistar novas posses, também através da ação da catequese, enquanto os serviços básicos aos cidadãos demoravam a chegar (FAORO, 1989).

Como afirma Faoro (1989, p. 145): "o Regime e a Carta de Nomeação não se sobrepõem, mas ambos respeitam a autoridade do Governador Geral, como chefe das capitanias e dos Capitães beneficiários. Tomé de Souza, em nome do rei, subordinou os oficiais da colônia reduzindo também aqueles que haviam sido nomeados pelos doadores a agentes da Coroa, obrigados a prestar contas de seus deveres"

A Capitania da Bahia foi escolhida como sede do novo governo. Após um período de investimentos da Coroa portuguesa na construção de casas, fortificações e prédios públicos, a cidade de Salvador tornou-se, em 1549, a primeira cidade e capital do Brasil. Salvador foi a sede do governo do Brasil até o século XVIII, quando a capital foi transferida para o Rio de Janeiro. O governo de Tomé de Souza favoreceu de forma decisiva o processo de colonização. Durante sua permanência no Brasil trouxe, além das primeiras mulheres e escravos africanos, centenas de novos colonos para a produção agrícola e pecuária. Construiu usinas de produção de açúcar, regularizou doações de terras "sesmarias", ordenou questões fiscais e judiciais, promoveu a construção de novas fortificações.Ele também construiu o primeiro estaleiro e trouxe o primeiro grupo de jesuítas que, libertados por Manoel da Nóbrega, começaram a construir aldeias para catequizar os indígenas, impondo a eles a cultura da Europa Ocidental.

No governo de Tomé de Souza, por decisão do Papa Júlio III, foi criado o

primeiro bispado do Brasil, também na Bahia, para o qual foi nomeado o jesuíta D. Pero Fernandes Sardinha, ex-colega de Ignacio de Loyola, este último o fundador da ordem da Companhia de Jesus.

Em 1553, com o regresso de Tomé de Souza a Portugal, Duarte da Costa foi nomeado governador-geral. Sua administração foi turbulenta e marcada por diversos conflitos entre jesuítas e colonos, além de uma invasão francesa do Rio de Janeiro, chamada França Antártica. Assim, em 1558 o rei de Portugal nomeou Mem de Sá como novo governador, que iniciou o seu trabalho com o objetivo de resolver os conflitos com os jesuítas, criando aldeias indígenas denominadas "missões". Uma tarefa que ele completou, com a ajuda dos jesuítas, foi a expulsão dos franceses do Rio de Janeiro: os jesuítas, aliás, coordenaram os indígenas Tamoios nessa empreitada. Ao reconquistar o território, em 1565, os portugueses fundaram a cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, hoje Rio de Janeiro. Em 1572, com a morte de Mem de Sá, a Coroa portuguesa decidiu dividir o Brasil em dois governos: um do Norte, com sede em Salvador e chefiado por D. Luís de Brito; outra no Sul, com sede no Rio de Janeiro, liderada por D. Antônio Salema.

Em 1578 o Brasil foi novamente unificado, com capital em Salvador. Em 1580 o Reino de Portugal juntou-se a Espanha e o rei espanhol Felipe II tornou-se também rei Filipe I de Portugal, na fase da União Ibérica. O Brasil continuou a ser nominalmente domínio português, pois a Espanha não estava interessada no território, uma vez que já possuía recursos de metais preciosos em suas colônias americanas.

Um aspecto importante deste período é que o Tratado de Tordesilhas foi abolido, permitindo assim uma maior expansão do Brasil para o interior do continente, se instalando em alguns lugares dotados de metais preciosos que foram encontrados apenas um século depois.

No século XVI o Brasil viu a fundação de vários povoados, mas apenas cinco ou seis deles eram cidades reais: a primeira foi Salvador (1549), depois São Sebastião do Rio de Janeiro em 1565, Parahyba em 1585 e São Cristóvão em 1590, no atual estado de Sergipe. Em São Paulo, o primeiro povoado, São Vicente, foi fundado em 1532, mas a primeira cidade do atual estado foi fundada muito mais tarde, em 1711, quando o território paulista adquiriu maior importância. Santos e São Vicente continuaram por muito tempo sendo pequenas e médias cidades; durante todo o século XVII, de fato, a capitania de São Paulo permaneceu um território predominantemente selvagem.

No início do século seguinte, os franceses tentaram mais uma vez chegar ao Rio de Janeiro, mas foram novamente derrotados. Essa derrota empurrou os franceses para o norte, onde obtiveram o território do que hoje é a Guiana Francesa.

Em 1621 a Holanda tentou invadir a cidade de Salvador da Bahia, em ação financiada pela Companhia das Índias Ocidentais, mas a invasão foi contida em 1625 pelos colonos liderados pelo bispo D. Marcos Teixeira. Nos anos seguintes os holandeses continuaram a atacar o Brasil por mar, e em 1630 conseguiram conquistar a principal área produtora de açúcar da colônia, a saber, Olinda e Recife. A ocupação holandesa durou de 1630 a 1654 e se estendeu para o interior do Brasil, ocupando uma região que ia do litoral do estado do Maranhão até Sergipe.

O governador holandês era o Conde Maurício de Nassau. Durante seu mandato normalizou a produção açucareira, concedendo escravos e empréstimos para ajudar os senhores na produção. Modernizou a cidade do Recife e garantiu a liberdade religiosa para a população. A extensão máxima do Brasil holandês foi alcançada em 1641, quando o país nórdico dominava sete das 14 capitanias brasileiras.

A ocupação holandesa do Brasil terminou em meados do século XVII com a chamada “Insurreição Pernambucana”, quando os holandeses foram expulsos pela própria população, com a ajuda de Portugal, devido às crescentes dificuldades no comércio do açúcar, o aumento dos juros e a adoção de uma política financeira cada vez mais rigorosa por parte dos Países Baixos.

Até o início do século XVII, a região mais rica do Brasil era a faixa litorânea de Pernambuco e da Bahia, graças ao sucesso do cultivo da cana-de-açúcar. O sertão serviu para aumentar a pecuária extensiva que, com a criação de importantes fazendas de criação, chamadas “currais”, atingiu no século XVII as capitanias do Ceará e Maranhão ao norte, e as margens do rio São Francisco ao sul.

A ponta sul do país era na época a região mais pobre da colônia. Os poucos povoados que surgiram no século XVI eram pobres e isolados, e a população começou a promover expedições, chamadas de “bandeiras”, para fazer frente à situação desastrosa. Essas expedições tinham como objetivo buscar riquezas no sertão e capturar escravos indígenas ou negros fugitivos dos quilombos.

Foi nessas expedições que inicialmente foi encontrado o ouro, na forma de aluvião em rios, e depois os diamantes nas terras que hoje correspondem a Minas Gerais. Os Bandeiras conseguiram encontrar ouro em Minas Gerais em 1693 na região de Cataguazes, em 1698 na atual Ouro Preto, e em Sabará em 1700. Mais tarde foi a época de Mato Grosso e Goiás, onde deram vida a uma nova atividade econômica, a da mineração, que marcou de forma decisiva a história do Brasil desde o século XVIII até os dias atuais.

Enquanto Minas Gerais se tornava o coração da economia brasileira, a ocupação portuguesa ao sul do Brasil foi apoiada pela Inglaterra, permitindo a criação de grandes fazendas agrícolas, favorecidas pelas condições do local propício à

criação. A população mineira crescia rapidamente, constituindo uma importante oportunidade para um novo mercado.

Até meados do século XVII, a economia da colônia se baseava quase exclusivamente na agricultura voltada para a exportação, cultivo de cana e produção de açúcar. A agroindústria açucareira foi o principal setor econômico que determinou o restante das atividades econômicas e a estrutura social da colônia, incluindo a economia urbana, inicialmente muito pouco desenvolvida (REIS FILHO, 1968).

Celso Furtado (1959) escreve que a agroindústria baseada no cultivo da cana-de-açúcar tinha algumas peculiaridades que determinavam o uso dos centros urbanos da colônia. Segundo o autor, os períodos de crise dos preços do açúcar foram importantes porque permitiram que a mão-de-obra açucareira, temporariamente desempregada, fosse empregada na construção civil (habitação urbana e rural), nos serviços e na agricultura de subsistência.

Reis Filho (1968) confirma essa ideia ao escrever que apenas uma pequena parcela da renda foi destinada para a economia local, não sendo suficiente para alimentar uma economia urbana digna desse nome. Na verdade, ainda não havia um quadro urbano definido. Era comum os grandes proprietários terem uma propriedade no campo e outra na cidade, que funcionava como armazém para o comércio com a Europa e o resto do país. Em geral, essas posses urbanas não estavam bem estruturadas, e por isso pode-se falar de fragilidade ou ausência de um "quadro urbano permanente", visto que esses espaços eram ocupados apenas ocasionalmente, na entressafra da produção.

Um dos aspectos mais característicos da economia colonial desde o início foi, como argumenta Reis Filho (1968, p. 43), a preocupação com a autossuficiência das áreas rurais, que funcionavam como núcleos autônomos. Os proprietários faziam pleno uso da mão de obra nos meses produtivos e encaravam a entressafra como aquela em que o preço do açúcar era vantajoso para a comercialização.

Esse aspecto de autossuficiência também foi implantado pelos senhores das usinas de produção em suas segundas propriedades urbanas. Os proprietários rurais que também possuíam imóveis na cidade transferiram para lá seus programas de produção para autossuficiência, transportando e usufruindo de parte da produção rural, embora estabelecendo, ainda que em escala muito pequena, a produção de alimentos também na cidade (REIS FILHO, 1968). Assim, no que se refere à paisagem urbana da época, os núcleos eram caracterizados pela presença de hortas, cultivos e pecuária, baixa densidade populacional, sendo ocupados por casas de campo nos subúrbios e unidades residenciais nas áreas centrais.

Até meados do século XVII, apenas o comércio de importação e exportação

era um aspecto vital do mundo urbano, mas não era suficiente para o desenvolvimento dos centros urbanos coloniais. Quando havia atividade econômica, ela se concentrava em alguns núcleos, principalmente na capital, Salvador. Nas cidades menores, o comércio era quase inexistente. É possível, como argumenta Reis Filho (1968), que muitos dos edifícios comerciais fossem meros armazéns ou estalagens.

A centralização econômica por parte de Portugal, a partir do século XVII, passou a aplicar medidas restritivas ao comércio. As mercadorias só podiam ser expedidas em correspondência com a saída da frota, o que obrigou os empresários agrícolas a permanecerem nas áreas urbanas e ali realizarem operações financeiras. A estrutura social nos núcleos urbanos, inicialmente composta apenas por produtores, beneficiários e ordens religiosas, passou a ter também os comerciantes portugueses, uma vez que a prática não podia ser realizada por pessoas de outras nacionalidades (PRADO, 1957). Isso contribuiu para a formação de um comércio urbano, embrião de um sistema bancário e de comércio imobiliário, incentivando o início de um quadro urbano mais permanente.

A importância do grupo econômico de comércio e serviços aumentou consideravelmente a partir de meados do século XVII, tornando-se um elemento fundamental na economia e na vida urbana. Autônomos eram raros na colônia: advogados eram a maioria, mas médicos, engenheiros e arquitetos eram raros. Os arquitetos tinham o papel de acompanhar as obras encomendadas pela Coroa nos mais importantes centros urbanos. Os principais arquitetos do período foram Luiz Dias, que trabalhou com Tomé de Souza na criação de Salvador, e Francisco Frias de Mesquita, que foi nomeado engenheiro-chefe do Brasil.

Com a crise do açúcar na segunda metade do século XVII, o setor cedeu mão de obra para outras atividades econômicas, como agricultura e serviços. No final do século XVII, com a descoberta do ouro, nasceu um negócio mais lucrativo, capaz de competir com as vantagens da economia açucareira.

No final do século XVII, o ouro foi descoberto no interior do país (Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás), o que mudou completamente a estrutura da colônia em termos econômicos, sociais e urbanos. A nova atividade de mineração atraiu um número sem precedentes de pessoas para essas áreas, movendo um milhão de pessoas em meio século, o que afetou profundamente o processo de urbanização. Segundo Reis Filho (1968, p. 65) a população usufruía da exploração das minas e dependia do abastecimento por produtos de subsistência das aldeias no entorno, criando um forte mercado urbano.

Reis Filho (1968) relata que na segunda década do século XVIII oito das populações localizadas em Minas Gerais tornaram-se verdadeiras cidades. Com o comércio, as obras técnicas e o sistema funcional que construíram, os mineiros

tornaram-se um novo estrato social urbano no cenário brasileiro. No início do século XVIII já estavam estabelecidas as atividades econômicas e os estratos sociais urbanos que formariam a paisagem urbana do Brasil colônia, e depois do Brasil como país independente.

A política de urbanização e sua morfologia do Brasil Colonial

A política de urbanização adotada pela coroa portuguesa explica a formação e evolução do tecido urbano no Brasil e os núcleos que o formaram. A política portuguesa de Capitanias Hereditárias, que se desenvolveu no Brasil a partir de meados do século XVI, visava o aproveitamento dos recursos dos colonos e beneficiários. De fato, o processo de colonização nesta área do Atlântico não foi visto como prioritário pela coroa portuguesa, que concentrou seus esforços nas colônias orientais.

Com a formação da capitania, a Coroa esperava não só poder ocupar a nova colônia, mas também garantir o processo de urbanização nas novas terras, deixando, no entanto, essa tarefa os beneficiários que deveriam promover o desenvolvimento de assentamentos urbanos. Com essa política, de 1532 a 1650, foram fundadas 37 povoações no Brasil, entre grandes cidades e vilas de tamanho modesto, mas destas apenas sete foram fundadas pela Coroa Portuguesa, as chamadas Cidades Reais (REIS FILHO, 1968, p.68).

A formação das Cidades Reais dependia de critérios geopolíticos, situando-se de fato em locais específicos que funcionavam como centros regionais de administração e controle da Coroa, tendo em vista uma maior centralização política e minimização do processo de dispersão da população e das atividades rurais.

As cidades que estavam sob responsabilidade da Coroa foram fundadas para serem os polos de urbanização de cada região. Essa política começou com a formação da cidade de Salvador em 1549 e continuou com Rio de Janeiro, São Luís e Belém no século XVII. Nessas cidades a Coroa se engajou na construção de importantes prédios, fornecendo ao governo central engenheiros e arquitetos militares (REIS FILHO, 1968).

Durante o século XVII a presença de arquitetos e engenheiros militares no Brasil aumentou significativamente, a ponto de permitir a formação desses profissionais no próprio Brasil a partir do século XVIII. No século XIX, pouco antes da independência, 60% dos profissionais no Brasil tinham formação local.

O processo de urbanização no Brasil até meados do século XVII era diferente do modo como Portugal se comportava nas demais colônias, e também muito

diferente do que ocorria nas colônias hispano-americanas. Na América espanhola vigorava a "Lei das Índias", instituída em 1573 pelo rei espanhol Felipe II, inspirado nos princípios renascentistas e nos tratados de Vitruvio (GOITIA, 1982). De acordo com este tratado, a ocupação deveria acontecer em territórios planos e próximos a locais de referência, tais como serras e rios, e ali as cidades deveriam ser criadas como núcleos que seguiam as diretrizes Norte-Sul e Leste-Oeste, tendo um quadrado no centro. O quadrado central, uma praça, tinha que respeitar a geometria retangular e ser proporcional ao tamanho da população urbana, para que pudesse ser utilizada para festas e feriados.

A propriedade do terreno junto à praça devia pertencer à Igreja, ou a edifícios reais ou municipais. A igreja tinha que estar em uma posição estrategicamente visível e de preferência em terreno elevado.

Nas cidades coloniais portuguesas da Índia, os portugueses recorreram a esquemas de inspiração medieval e renascentista, mas, ao contrário, não seguiram regras precisas nas colônias da América do Sul, onde não havia projeto de urbanização. Segundo Reis Filho (1968), a estratégia de urbanização se deu por um conjunto de ações em diferentes escalas, que podem ser assim resumidas:

1. A fundação de Cidades Reais nas Capitanias que eram controladas diretamente pela Coroa. A localização das novas cidades atendeu a critérios geopolíticos, visando garantir o controle do espaço geográfico da colônia como um todo, marcando assim a evolução do Brasil até hoje. Dado o seu papel de controle, as Cidades Reais foram objeto de atenção e investimentos da Coroa portuguesa, que preparou os edifícios oficiais e as condições socioeconómicas adequadas à centralização daqueles núcleos urbanos

2. A fundação das aldeias ficou inicialmente nas mãos dos beneficiários e colonos da Capitania Hereditária e, posteriormente, passou a depender da Coroa, que autorizou a implantação de novas cidades com alvarás. A rede assim criada visava aumentar o controle sobre a colônia, permitindo que os colonos se expandissem pelo vasto território brasileiro. No entanto, as vilas que se transformaram em cidades não receberam a mesma atenção que a Coroa reservou para as Cidades Reais, não sendo tão fundamentais do ponto de vista político e administrativo. Algumas dessas cidades tornaram-se centros de controle regional, criando polarizações no tecido urbano. A organização desses núcleos urbanos ficou a cargo dos beneficiários, mal orientados pelas "Portarias" da Coroa, que se limitavam a regular a vida em sociedade (comparável aos atuais "Códigos de Posturas" municipais)

Na segunda metade do século XVII estabeleceu-se a política de centralização econômica e administrativa, que resultou na incorporação de algumas Capitanias Hereditárias à Coroa, demonstrando que a urbanização era agora um instrumento

de submissão ao controle central, “todas as aglomerações, em todas as níveis e regiões” (REIS FILHO, 1968, p.73).

O aumento do controle foi necessário devido à dispersão da população e à multiplicação de propriedades rurais no sertão, dedicadas à produção agrícola de subsistência, dada a queda do rendimento da agricultura para exportação. A nova escala da política de urbanização e dos programas de melhoria das Cidades Reais impôs a necessidade de mais suporte técnico, de modo que a partir do final do século XVII a Coroa iniciou cursos de formação de arquitetos e engenheiros nos grandes centros urbanos, como Recife, Salvador, Rio de Janeiro e Maranhão.

De 1532 a 1650 a ocupação urbana brasileira viu nascer 31 vilas e 6 grandes cidades, desde a criação da Capitania Hereditária e a fundação da cidade de São Vicente, até o processo de centralização pela Coroa portuguesa. Reis Filho (1968) descreve duas etapas do processo de urbanização:

1. A primeira etapa foi de 1530 a 1570, com a instalação do Governo Geral e da Capitania Hereditária na costa leste. Nesta fase, sete cidades foram fundadas na primeira década de ocupação, localizadas principalmente ao longo do litoral nordeste em Pernambuco e Bahia, e duas grandes cidades no Espírito Santo e São Paulo. Nas décadas seguintes, quase duas cidades foram fundadas a cada dez anos e a cada vinte anos elas se tornaram grandes cidades. (Fig. 03).
2. A segunda etapa foi de 1580 a 1640 e correspondeu aos anos da União Ibérica. Nesse período foram fundados 17 municípios, com um pico entre 1610 e 1630 e outro entre 1630 e 1640, quando foram criados 9 municípios, sete dos quais localizados no litoral entre Pará e Alagoas e dois em São Paulo. (Fig. 04).

Segundo Reis Filho (1968, p. 79), a análise da distribuição territorial das vilas e cidades, fundadas na segunda fase, mostra a existência de um processo lento e constante de urbanização das áreas já ocupadas e a existência de uma urbanização sistemática no litoral norte, em direção à Amazônia.

Fig. 03 - Evolução urbana do Brasil no século XVI. Fonte: Elaboração dos autores a partir da bibliografia

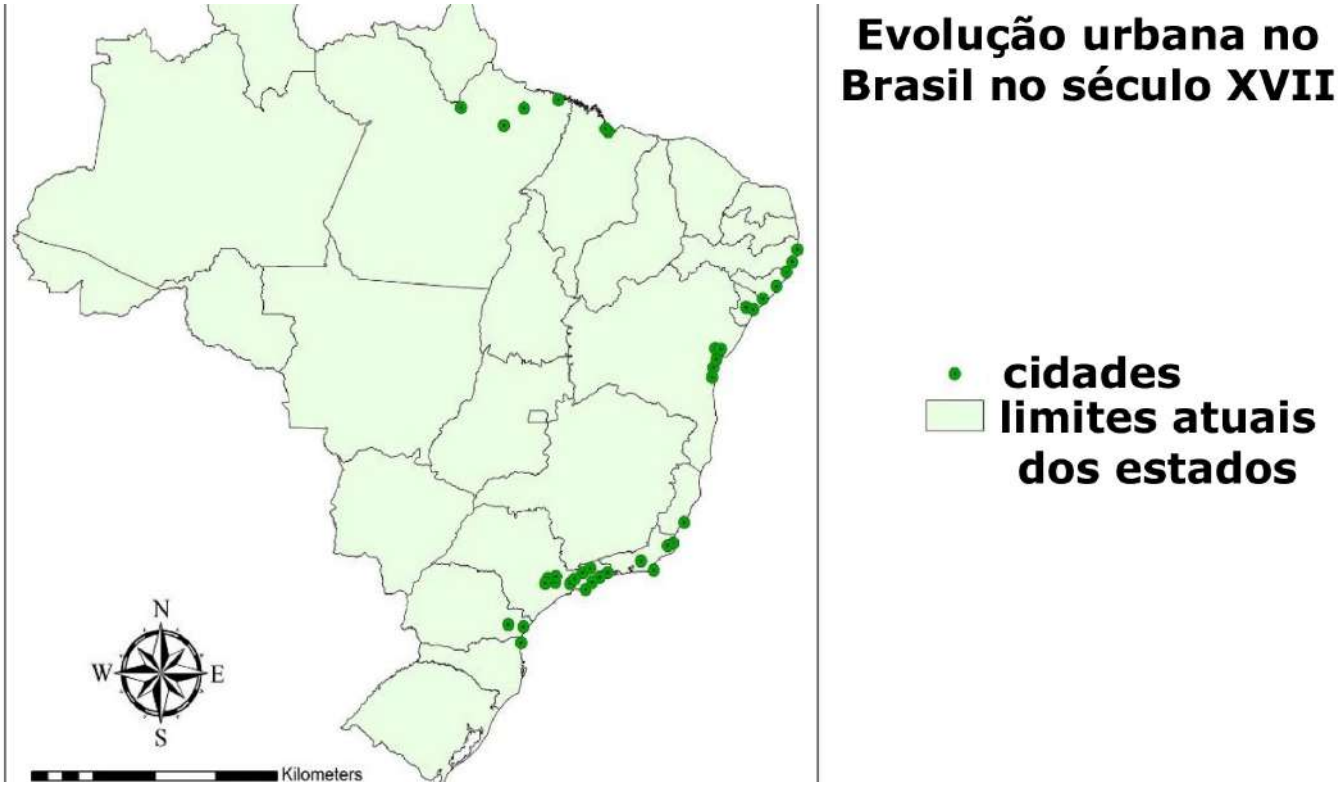


Fig. 04 - Evolução urbana do Brasil no século XVII. Fonte: Elaboração dos autores a partir da bibliografia.

A conquista ao norte e nordeste foi, na verdade, fruto da retirada dos franceses, que se dirigiram para o Amazonas e se dedicaram à conquista da Guiana. Segundo Holanda (1960, p. 181), o período da União Ibérica foi uma fase de penetração e conquista, em que a povoação daquele espaço geográfico se realizou graças à fundação de cidades e à abertura de novos caminhos e estradas. A conquista da Paraíba em 1584, com a fundação da Filipeia de Nossa Senhora das Neves, em homenagem ao rei espanhol Felipe, insere-se nesta fase.

Em seguida, houve a fundação de Natal em 1599, de São Luís do Maranhão em 1612, de Nossa Senhora da Assunção de Cabo Frio (hoje Cabo Frio) no estado do Rio de Janeiro em 1615, de Nossa Senhora de Belém em 1616 em no estado do Pará, Vila Souza do Caeté (hoje Bragança) em 1634 também no estado do Pará, Vila Viçosa de Santa Cruz do Cametá (hoje Cametá) em 1635 ainda no Pará, Santo Antônio de Alcântara (atual Alcântara) no estado do Maranhão, em 1637, e Gurupá, no Pará, em 1639. Como afirma Holanda (1960). Foi uma verdadeira epopeia.

O aumento do número de centros urbanos foi constante e impulsionado pelo crescimento demográfico local e pela imigração, tanto de brancos que vieram de Portugal quanto de negros que vieram para o Brasil como escravos originários da África. O tamanho e as características das cidades variavam consideravelmente, e nisso as Cidades Reais se distinguiam tanto pelo tamanho alcançado quanto pelo tipo de população “qualificada” que ali se instalava.

Entre 1610 e 1690, segundo Reis Filho (1968, p. 81), nos territórios de São Vicente e Santo Amaro, no atual estado de São Paulo, foram fundadas dez novas cidades. Também nas áreas menos afetadas pela economia do houve um aumento populacional espontâneo, demonstrando que, apesar das tentativas de estimular a urbanização em certas áreas e não em outras, o desenvolvimento territorial no Brasil já estava em andamento.

Com o fim da União Ibérica entre 1650 e 1720, iniciou-se uma nova fase de urbanização, mais complexa e articulada. Em 70 anos, nasceram 70 vilas, duas das quais se tornaram cidades. Assim, a média de duas cidades por década aumentou para cinco a cada dez anos. A descoberta do ouro, somado às condições de vida desfavoráveis em Portugal, fomentou a imigração, que se tornou muito conspícua e originou também fluxos migratórios internos no país.

Três momentos de urbanização mais intensa podem ser identificados nesta fase: o primeiro ocorreu na área de São Paulo que, além da fundação de 7 cidades em 70 anos, viu nascer uma área urbana composta por 4 cidades, ao sul, que passou a ter relações diretas com São Paulo. Neste caso, a fundação de novas cidades respondeu também à necessidade de consolidar a presença portuguesa no sul do país, no sentido sul até ao rio da Prata, para fazer face à presença espanhola.

Um segundo momento correspondeu à fundação de sete cidades entre 1690 e 1700, quando os governadores foram autorizados a fundarem novos núcleos urbanos: essa fase de desenvolvimento dizia respeito ao Rio de Janeiro e à Bahia.

O terceiro e último momento está relacionado com a descoberta do ouro que levou à formação de 8 municípios em 7 anos no estado de Minas Gerais. Isso foi decisivo para a evolução da ocupação urbana do século seguinte, favorecendo que se estendesse também para o sertão brasileiro. (Fig. 05).

Fig. 05 - Evolução urbana do Brasil no século XVIII. Fonte: Elaboração dos autores a partir da bibliografia.

Apenas a região Norte do Brasil teve um desenvolvimento urbano mais modesto, devido a uma economia menos desenvolvida. O que aconteceu na última fase de desenvolvimento, que durou 70 anos, é a estruturação de elementos característicos da urbanização no Brasil ao longo de sua história. (Fig.06).

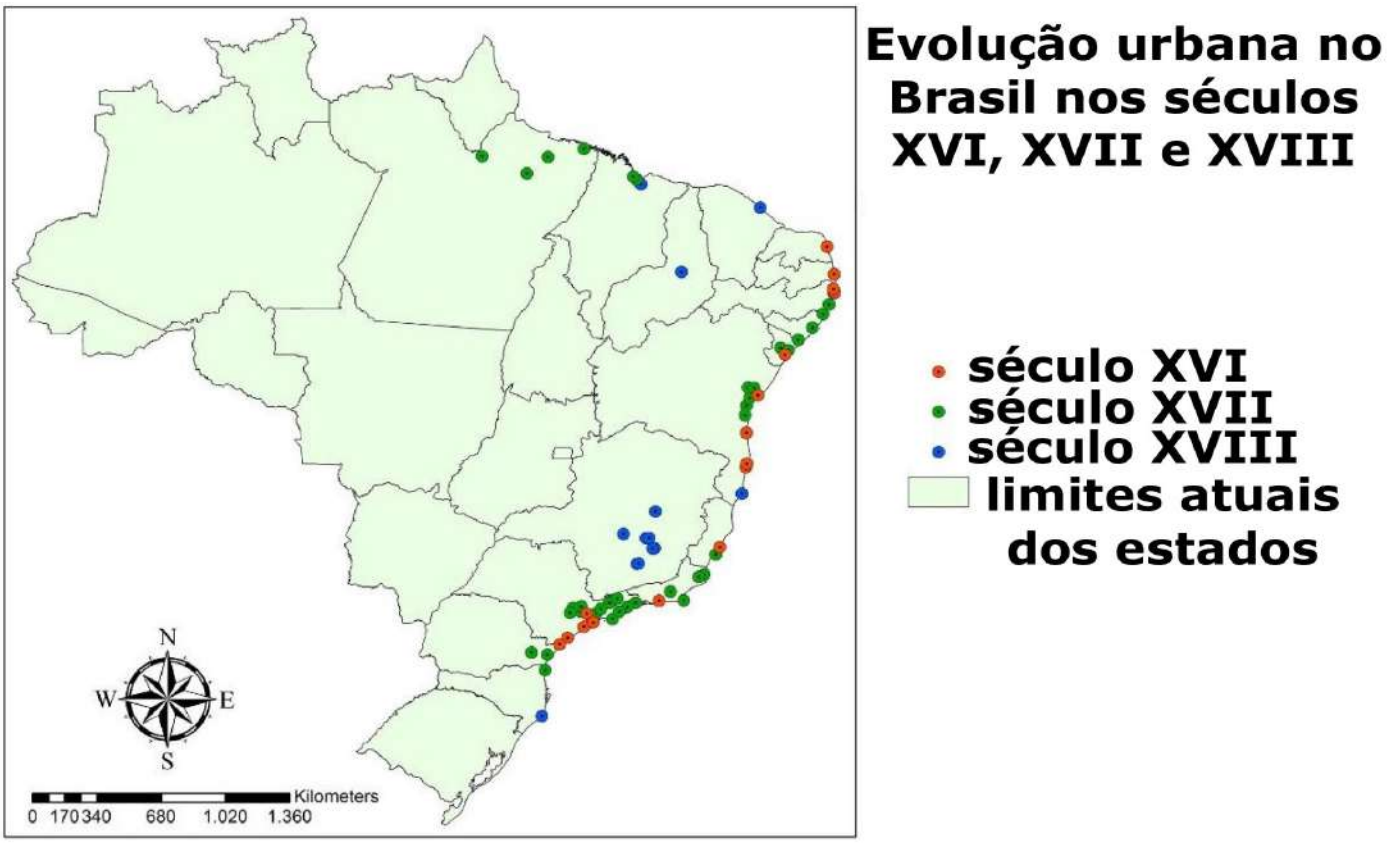


Fig. 06 - Evolução urbana do Brasil nos séculos XVI, XVII e XVIII. Fonte: Elaboração dos autores a partir da bibliografia.

Os elementos fundamentais da estrutura urbana das cidades nos três primeiros séculos de colonização, dos séculos XVI a XVIII, foram:

- O tecido urbano costeiro estruturou-se nas fases iniciais e se manteve estável até aos dias de hoje;

- O tecido urbano do norte do Brasil, mais simples e menos ligado aos assentamentos coloniais, se manteve com essas características até hoje;

- O tecido urbano do Sudeste, que teve uma expressiva expansão devido à mineração e se tornou uma rede complexa e muito articulada com uma multiplicidade de centros, que receberam importantes ondas migratórias no século XIX, o que deu um forte impulso ao final desenvolvimento industrial do país, nos séculos XX e XI.

Os principais elementos do espaço urbano brasileiro por Reis Filho

A análise da ocupação urbana no Brasil colonial até o final do século XVII, com base principalmente nos textos de Reis Filho, mostra como esse período foi fundamental para delinear a estrutura que determinaria o desenvolvimento do país nos séculos seguintes. As mudanças estruturais que o tecido urbano sofreu nos séculos seguintes podem ser resumidas em três fases (Fig. 07 e Fig. 08):

1. A internalização da ocupação, especialmente em Minas Gerais, pela descoberta de minas de ouro nos séculos XVII e XIX, e de minas de ferro nos séculos XX e XX.

2. A interiorização da ocupação colonial através do processo de imigração no sul e sudeste do Brasil, entre o século XIX e seguintes;

3. A internalização do emprego através do processo de expansão das áreas agrícolas na zona centro-oeste do país, na primeira metade do século XX.

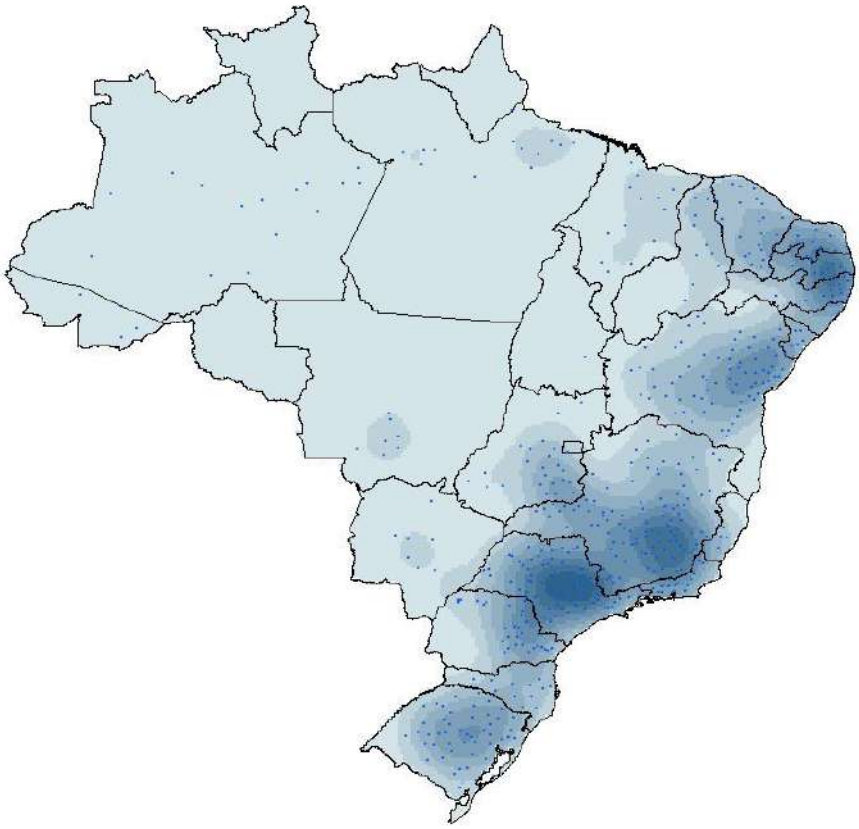


Fig. 07 - Expansão da ocupação urbana no Brasil, 1534-1930. Cidades e densidade de concentração, nas fronteiras dos estados hoje. Fonte: Elaboração dos autores a partir da bibliografia.

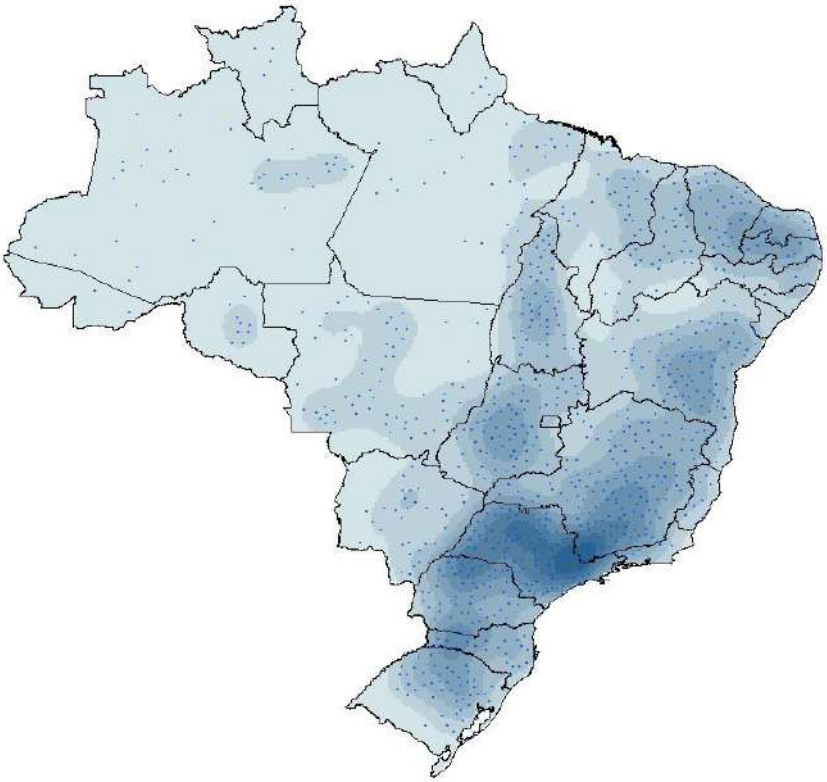


Fig. 08 - Expansão da ocupação urbana no Brasil, 1930-1993. Cidades e densidade de concentração, nas fronteiras dos estados hoje. Fonte: Elaboração dos autores a partir da bibliografia.

O traçado estrutural do tecido urbano original, aquele descrito por de Reis Filho (1968), permaneceu inalterado e consolidado apenas do ponto de vista quantitativo, na maioria das vezes, uma vez que essa área não encontrou formas efetivas de decolar seu desenvolvimento econômico após o declínio da economia baseada na agricultura, especialmente a cana-de-açúcar.

A partir do século XVIII assistiu-se a um progressivo aumento dos centros urbanos o que, pelo menos em grande parte, pareceu dever-se ao aumento demográfico e não tanto ao desenvolvimento socioeconómico. Apesar disso, houve um processo de desenvolvimento dos centros urbanos quase de forma capilar, dentro daquelas estruturas regionais que surgiram nos dois primeiros séculos.

Acompanhar as explicações dadas por Reis Filho ajuda a compreender melhor como funcionam as constelações de núcleos que compõem o tecido urbano do Brasil hoje, permitindo uma visão crítica e analítica. Estudos desse tipo são de considerável importância por suscitar discussões sobre o planejamento em uma escala ainda bastante frágil no Brasil, a regional e a territorial. Compreender as motivações e consequências da formação de uma cultura e estilo de vida são fundamentais para o planejamento estratégico (Fig. 09).

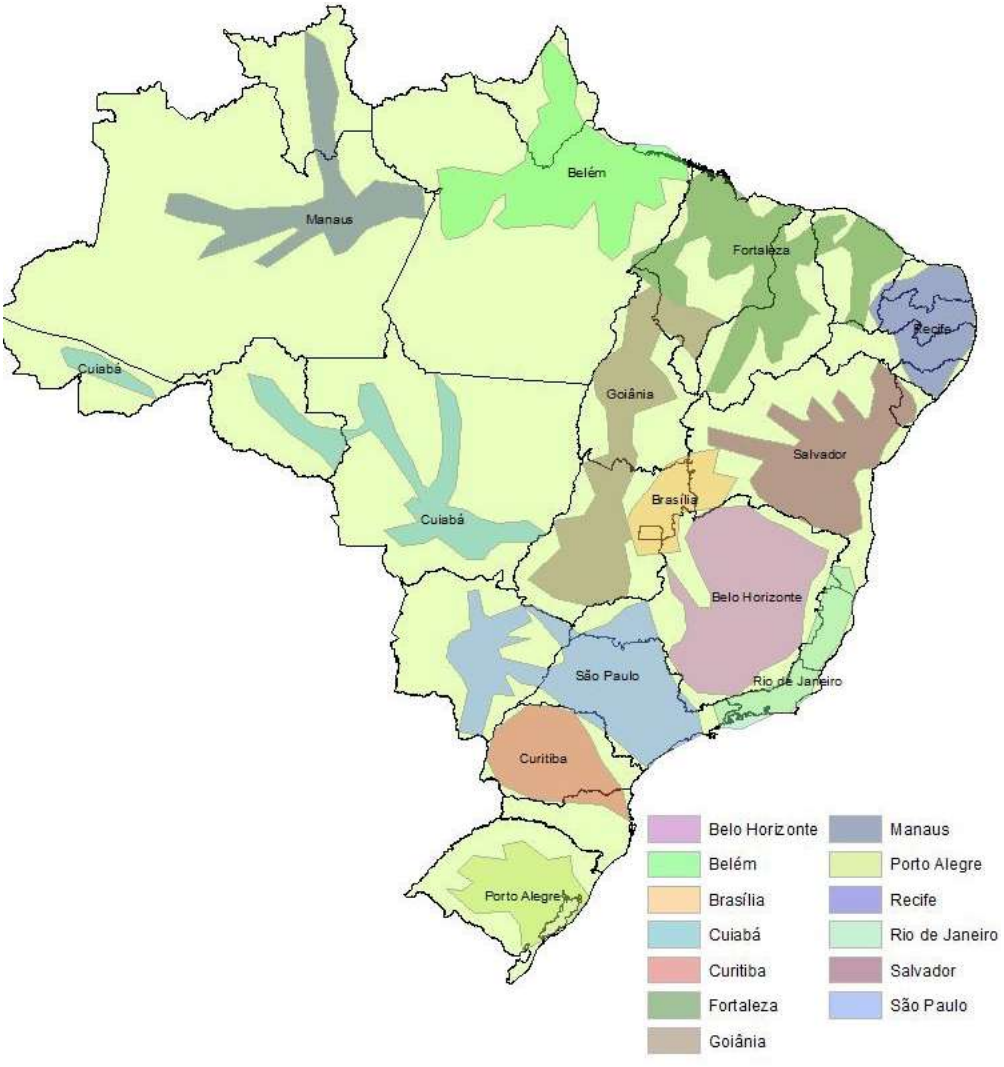


Fig. 09 - Tecido urbano, Brasil, segundo as regiões de influência das cidades. Fonte: Elaboração dos autores a partir de dados do IBGE (2010).

Discussões e Conclusões

Desde o início, a ocupação do território brasileiro foi objeto de disputa entre várias potências europeias. O primeiro ato foi a divisão das possíveis áreas que poderiam ser ocupadas por Portugal e Espanha, com o Tratado de Tordesilhas, segundo o qual as possessões portuguesas correspondiam a um território um pouco menor do que o atual Brasil.

Na fase da União Ibérica, com os territórios espanhóis e portugueses foram unificados, quando o rei Felipe II de Espanha era também o rei Felipe I de Portugal. Os portugueses conseguiram, no entanto, manter seus domínios sob seu próprio controle, segundo o Juramento de Tomar. A unificação dos reinos revogou o Tratado de Tordesilhas e fez com que Portugal realizasse uma expansão para terras que inicialmente eram reconhecidas como espanholas, pois os espanhóis se mostraram mais interessados na costa oeste onde exploravam materiais preciosos, como a prata de Potosí.

Durante os dois primeiros séculos de ocupação, franceses, holandeses, ingleses e espanhóis se estabeleceram em algumas áreas do Brasil. Os franceses escolheram o Rio de Janeiro, que tentaram conquistar entre 1555 e 1710, e fizeram o mesmo em São Luiz do Maranhão em 1615. Os ingleses tentaram conquistar o Recife e a Bahia, ambos em 1595. Os holandeses, através da Companhia das Índias Ocidentais, conquistaram a Bahia em 1624 e o Recife em 1628, permanecendo lá até 1654. Os espanhóis contribuíram para a conquista do continente com os portugueses e os principais motivos de embate entre eles foram relacionados ao interesse de controlar o Sul do Brasil, principalmente após a fundação da Colônia do Sacramento em 1680 (CESUMAR, 2008; CRUXEN, 2011).

A primeira base econômica que justificou a permanência em terras brasileiras foi a exploração do pau-brasil, mas por volta de 1550 foram feitas as primeiras experiências com a cana-de-açúcar, que no final do século XVI representava a principal produção e se tornou o sustentáculo econômico de Portugal nos séculos XVI e XVII.

A necessidade defensiva e o objetivo estratégico que se limitava à exploração da madeira a ser enviada à pátria justificam que a primeira colonização se limitasse ao litoral, em pontos estratégicos. Os colonizadores portugueses preferiam os locais protegidos da costa, mas também os pontos com vista estratégica (no topo das colinas junto à costa). A arquitetura característica do período de exploração do pau-brasil era temporária e pouco elaborada, exceto pelas fortificações mais estruturadas.

A fase da cana-de-açúcar foi marcada pela forte presença da mão de obra escrava da África, o que levou a novas condições para a produção arquitetônica. Os escravos eram a mão de obra disponível na entressafra da agricultura, e por isso eram empregados na construção de casas, especialmente em áreas dedicadas ao comércio. Os senhores de engenho (os donos das fazendas que produziam cana-de-açúcar) tinham suas residências nas fazendas, e também ordenavam a construção de outros prédios, como segundas residências, nas aglomerações urbanas, onde tinham seus armazéns comerciais.

Nestas aglomerações urbanas, junto aos armazéns costeiros, eram seguidos melhores critérios arquitetônicos, por exemplo na definição dos espaços adjacen-

tes aos edifícios, mas ainda havia limitações à criação de um quadro geral que regulasse a urbanização, uma vez que a ocupação dessas cidades era inicialmente apenas sazonal para a maioria de seus habitantes, dependendo das atividades econômicas.

As unidades produtivas eram estruturas compostas por uma senzala, um engenho (onde se moía a cana), uma capela e um solar (residência principal). Eram como pequenas cidades, autossuficientes e com um estilo arquitetônico muito simples e funcional.

As aglomerações urbanas não seguiam intenções ou desenhos específicos, eram traçados espontâneos, determinados por condições geográficas e estratégicas. Em vez disso, buscou-se uma estrutura funcional para a ordem no que diz respeito aos espaços públicos, onde se localizavam os prédios principais, a saber a sede do governo, o pelourinho e a igreja, responsáveis pelo processo de catequização da população. A cruz e a espada estavam claramente presentes no território, mas a trama da estrutura urbana não seguia regras específicas ou lógicas pré-definidas.

Diferentemente do padrão predominante, a presença holandesa em Pernambuco, em especial no Recife, conferiu à cidade características diferenciadas em relação aos territórios portugueses da época. A morfologia urbana é uma rede uniforme, paralela à linha de costa e muito próxima do mar. A mesma estrutura ocorre em São Luiz do Maranhão, criada pelos franceses e dominada pelos holandeses até seu retorno à Coroa portuguesa. Os holandeses, por um fator cultural, primeiro ocuparam a faixa da orla, em virtude de sua intimidade com a água e sua melhor capacidade de defesa em lutas no mar. Os portugueses, por outro lado, instalaram-se inicialmente no topo das colinas costeiras ou em enseadas, procurando abrigo, mas não tão perto da costa como os holandeses. Para os portugueses a melhor estratégia eram os locais onde tinham campo de visada.

Em 1696 foram descobertas as primeiras jazidas de ouro em Minas Gerais, e os primeiros viajantes começaram a explorar o sertão do país em ações rebatizadas de “bandeiras”. No início de 1700 foi descoberto ouro em São Paulo, na serra das Alterosas. Mas a maior descoberta ocorreu no chamado Quadrilátero Ferrífero, uma área que se estende entre Sabará e Ouro Preto. O grande impacto transformador da mineração ocorreu com a descoberta de diamantes na região de Jequitinhonha, em 1729, na Serra do Espinhaço onde hoje é Diamantina, e em 1730 em Minas Novas.

Guiados pelas montanhas que seguiam um eixo perpendicular à floresta da Serra do Mar, os portugueses estabeleceram o eixo de deslocamento da produção no sentido sul-norte, chegando inicialmente do Quadrilátero Ferrífero e seguindo até o Jequitinhonha. (Fig. 10).

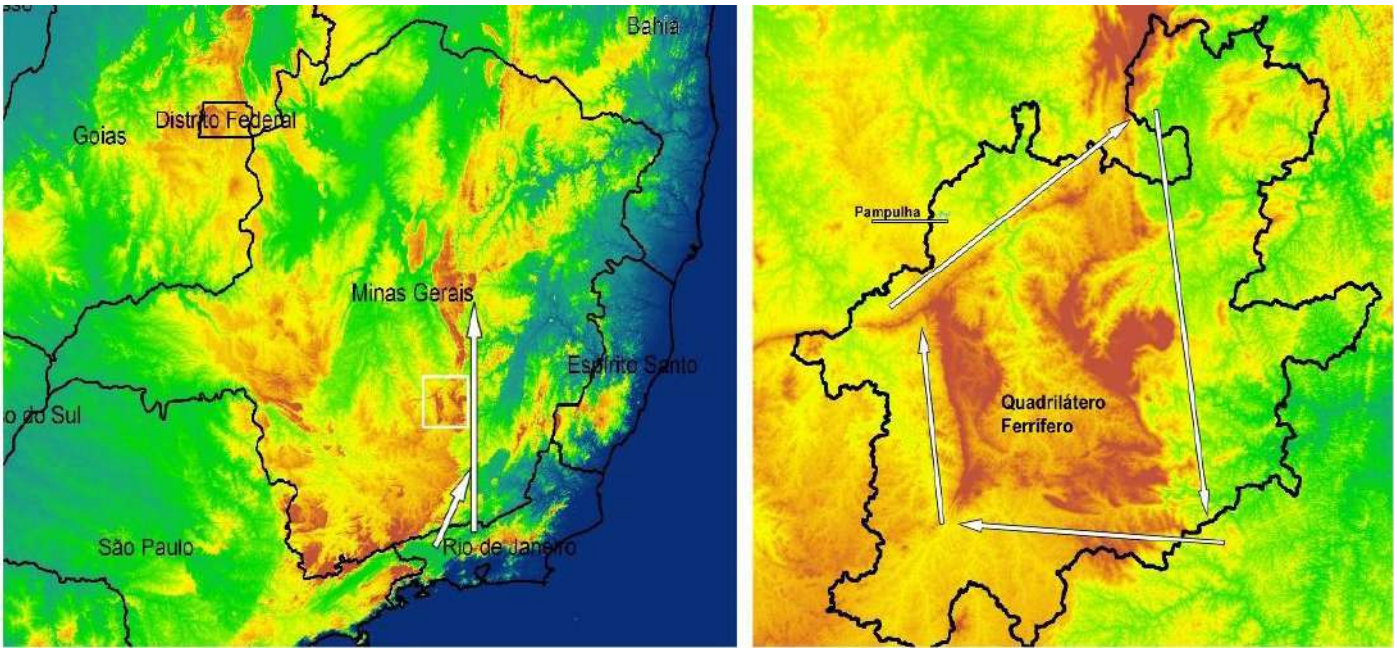


Fig. 10 - À esquerda, a exploração do interior desde a Serra do Mar até Diamantina e Minas Novas, passando pelas serras que compõem o Quadrilátero Ferrífero e pela Serra do Espinhaço. À direita, detalhe do Quadrilátero Ferrífero, onde se localizam Ouro Preto, Mariana, Nova Lima e Sabará. Fonte: os autores.

Desde a descoberta dos recursos minerais, uma nova base econômica encontrou seu lugar no Sudeste, favorecendo o nascimento de uma rede de cidades e um intenso fluxo e intercâmbio de mercadorias em nível regional e com o restante da ocupação colonial, na época limitado ao litoral. O dado mais relevante dessa fase é a criação de um quadro urbano permanente, com moradores permanentes empregados em atividades comerciais, serviços e repartições públicas estaduais. Pode-se argumentar que a autêntica cultura urbana brasileira tomou forma justamente em Minas Gerais.

As cidades da América Lusitana não possuíam, ao contrário das hispânicas, nenhuma lei como a Lei das Índias que as orientasse e determinasse sua morfologia. Em terras portuguesas, as ocupações seguiram inicialmente necessidades econômicas (proximidade às minas de ouro, entroncamentos de rios ou estradas) e as respectivas ligações dependiam da adaptação natural às condições geográficas: as primeiras ruas e estradas foram herança dos caminhos traçados pelos burros, pelas as tropas no transporte

Com o progressivo desenvolvimento dos núcleos urbanos, a questão da localização passou a ter mais importância, a exemplo da escolha da posição para a construção de capelas, que foram depois substituídas por verdadeiras igrejas. O nível máximo de aplicação de normativas nas ocupações urbanas foi alcançado por meio da linguagem arquitetônica, favorecendo a construção de edificações em fita, alinhados às vias e conectadas entre si, sem afastamentos frontais ou laterais, com o intuito de criar núcleos urbanos protegidos. A primeira fase foi caracterizada pela construção de casas térreas, com o telhado inclinado para as ruas, e à medida que as cidades se expandiam e se enriqueciam, começavam a construir sobrados

e até pequenas construções somadas às pré-existentes, diferenciando as classes sociais.

A exploração de ouro e diamantes trouxe uma estrutura pública mais forte para o Brasil, com funcionários enviados diretamente pela Coroa para coordenarem a atividade produtiva. O território registrou esta fase através da criação da arquitetura religiosa e civil, com particular destaque para a escolha de lugares estratégicos, em pontos de visada principais como topos de morro e focos em eixos de deslocamento. Era necessário demarcar a presença dos portugueses governantes nas cidades de maior interesse, de modo que a cruz e espada, as edificações civis e religiosas principais, se destacassem na paisagem.

Desta forma, a composição do tecido urbano foi organizada de modo a apresentar estruturas monumentais (ainda que proporcionais à escala local) que fizeram sobressair igrejas e edifícios públicos, sedes do poder. Assim se delineia a intenção barroca de produzir cones visuais e realçar certos pontos de destaque.

A linguagem arquitetônica utilizada de 1700 a 1880 é o barroco colonial, fortemente influenciado pelo estilo português, mas adaptado às matérias-primas locais. Nesse sentido, merece destaque o caso de Diamantina, em Jequitinhonha, no nordeste de Minas Gerais. A cidade, centro da produção de diamantes, gerava tanto interesse que suas atividades eram controladas e registradas no “Livro da Capa Verde”. Nesse cadastro eram registradas as autorizações de entrada e saída de pessoas e bens da cidade, que apesar de não ser cercada por muros, era de acesso controlado. Uma consequência desse controle e fluxo limitados foi a produção de uma arquitetura mais genuinamente brasileira, pois foram utilizados artesãos e trabalhadores locais em seus traços e execuções.

Ao período colonial seguiu-se a proclamação da república, em 1889, que passou a utilizar uma linguagem arquitetônica e urbanística diferente, determinada pelo positivismo. Iniciou-se uma nova fase de planejamento urbano, que novamente tem Minas Gerais como palco principal, pois foi ali que a nova capital, Belo Horizonte, foi projetada para substituir Ouro Preto. Belo Horizonte foi uma cidade desenhada segundo os princípios do positivismo, regida pela ideia de ordem e progresso, higiene e a ideia de cidade jardim. Ela foi projetada por Aarão Reis, formado na Escola Positivista do Rio de Janeiro, que empregou nos seus traços as lógicas de geometria, embelezamento e sanitarismo.

Desde o início da república, o Brasil já tinha suas fronteiras definidas e grande parte da ocupação urbana definida. As estradas inicialmente traçadas de forma desordenada foram ampliadas, para atenderem às necessidades ditadas pela indústria em crescimento. Fatores econômicos justificavam, portanto, a expansão espacial, sem que ela fosse planejada, favorecendo certas áreas em detrimento de outras.

Muito espontaneamente, a estratégia portuguesa se consolidou como a política mais importante desde o início da urbanização do Brasil. No que diz respeito à escolha de locais para novos assentamentos e, sobretudo, na escolha de realizar mudanças e melhorias nas áreas urbanas existentes, observa-se uma constante, ainda que com resultados variáveis: a busca por localizações com campos de visada, com cones visuais.

Sem procurar grande ostentação, sem forçar a definição de regras através de tratados ou regulamentos, os portugueses escolhiam espontaneamente locais de altitude média nas colinas, de onde tinham um amplo campo de visão, nos quais eram possíveis tanto observar como ser visto. O princípio era aplicado sempre que a intenção era tornar o local monumental, a exemplo do que era feito na construção de igrejas, prédios administrativos, residências de governadores, mas também de polícias e do pelourinho.

Assim, os cones visuais estrategicamente estudados favoreceram a unificação do pensamento na transição do Brasil colonial para o positivista, formando um único território de terras brasileiras. Como resultado da evolução positivista, o modernismo teve sua primeira grande lição de ecletismo e racionalismo e, posteriormente, de arquitetura modernista. No início da década de 1940, novamente em Minas Gerais, no Quadrilátero Ferrífero, mais especificamente em Belo Horizonte, esses resultados foram vistos no projeto do bairro da Pampulha, idealizado pelo jovem arquiteto Oscar Niemeyer. Como o próprio Niemeyer escreveu, a Pampulha foi o início de Brasília.

Dessa forma, o presente texto visou demostrar que nas terras mineiras, e em particular no eixo da atividade mineradora, e mais especificamente, no Quadrilátero Ferrífero, formou-se a primeira porção do tecido urbano do Brasil, as primeiras cidades autenticamente brasileiras, a arquitetura que viu os primeiros traços nacionais, criando assim as condições para o desenvolvimento da base da cultura urbana no Brasil. O Quadrilátero Ferrífero é berço cultural da linguagem urbana e arquitetônica dos períodos colonial, da instalação da república e da adoção do positivismo, e da nova república através do modernismo.

Desde os primeiros traços portugueses, que alguns podem pensar terem sido espontâneos e outros vão entender como estrategistas, se formou um único Brasil, composto pela soma de múltiplas respostas locais. Um país de dimensões continentais, mas um único país. E em Minas Gerais foram gestadas as adaptações brasileiras que formaram a nova cultura, com a adaptação do barroco às condições locais, a decisão pela nova capital estadual na lógica do positivismo e os primeiros ensaios do modernismo, que levaram a mesma lógica de República Federativa para a construção de Brasília. Tudo passou pelo Quadrilátero Ferrífero, berço cultural mineiro e brasileiro.

Referências Bibliográficas

CESUMAR. História da Arquitetura: Arquitetura das Fortificações Brasileiras. In. Revista Eletrônica da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário de Maringá. Cesumar, no03, ano 2008. Disponível em: http://arquiteturacesumar.blogspot.it/2008/03/histria-da-arquitetura- arquitetura-das.html

CRUXEN, Edison. A arquitetura militar portuguesa no período de expansão ultramarina e suas origens medievais. Aedos, v. 3, n. 9, 2011, p. 113-129.

FAORO, Raymundo. Os Donos do Poder, 3a Edição, Porto Alegre, Globo, 1976.

FURTADO, Celso. Formação Econômica do Brasil, Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1959.

FUSCO, Renato Arquitetura como "mass médium": Notas para una semiología arquitectónica, Anagrama, Barcelona, 1970.

GOITIA, Fernando Chueca. Breve história do urbanismo. Lisboa. Editora Presença. 4ª ed., 1982.

HOLANDA, Sérgio Buarque de, et. al. História Geral da Civilização Brasileira, São Paulo, Difusão Europeia do Livro, 1960.

PRADO, Caio da S. J. Evolução Política do Brasil e Outros Estudos, 2a Edição, São Paulo, Brasiliense, 1957.

REIS FILHO, Nestor Goulart. Contribuição ao Estudo da Evolução Urbana do Brasil (1500-1720), São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1968.

VICENTINO, Cláudio, DORIGO Gianpaolo. História do Brasil, São Paulo, Editora Scipione, 1997.

CAPÍTULO 2
PRESERVAÇÃO DA PAISAGEM URBANA E AS LEIS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL NO BRASIL

Vanessa Tenuta de Freitas

Ana Clara Mourão Moura

Renata Nogueira Herculano

Resumo

A partir do entendimento de que as leis de ordenamento territorial brasileiras não têm sido eficientes na preservação da paisagem, este trabalho apresenta uma breve contextualização do conceito de paisagem e da patrimonialização da paisagem, seguida de um resgate histórico de como evoluíram as leis de ordenamento territorial no Brasil até os dias atuais, pós constituição de 1988 e promulgação do Estatuto da Cidade em 2011. Essa contextualização já destaca questões importantes no que se refere às fragilidades da preservação da paisagem e apresenta algumas oportunidades para as novas legislações a serem criadas. Para ilustração da questão, são apresentados os casos de três cidades históricas mineiras inseridas no quadrilátero ferrífero que possuem tombamento de núcleo urbano pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), analisando como as legislações municipais vem dialogando com as nomas federais de preservação e a efetividade destas normativas na preservação da paisagem local.

Introdução

O texto tem como objetivo discutir a preservação da paisagem no Brasil a partir das normas e leis de ordenamento territorial, abordando como estudo de caso municípios do Quadrilátero Ferrífero, no estado de Minas Gerais. No recorte para ilustração dos desafios e condições existentes, optou-se por apresentar os casos de Congonhas, Mariana e Ouro Preto, em função das complexidades relacionadas ao patrimônio histórico e cultural, crescimento urbano, valores ambientais e desafios das atividades econômicas relativas à mineração. Os exemplos ajudam, também, a entender a complexa relação entre as instituições estaduais e federais de patrimônio histórico e cultural e o poder municipal, no que se refere à publicação de normativas e gestão dos valores da paisagem.

Para contextualizar o tema abordado é necessária uma breve conceituação sobre paisagem e sua patrimonialização*, bem como um resgate do histórico das leis de ordenamento territorial no Brasil até os dias atuais, com destaque para o Estatuto da Cidade (2001) e as definições dominantes nos planos diretores.

*Ato ou efeito de patrimonializar, de atribuir estatuto de patrimônio. "patrimonialização", in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2021, https://dicionario.priberam.org/patrimonializa%C3%A7%C3%A3o [consultado em 03-08-2022].

A abordagem traz algumas questões sobre a fragilidade das normas e leis de ordenamento territorial vigentes, apresentando discussões sobre como é feita a análise e como se dá a preservação da paisagem de algumas cidades históricas de Minas Gerais inseridas no Quadrilátero Ferrífero, tanto no que se refere ao IPHAN, quanto à atuação da municipalidade local.

Paisagem e a patrimonialização da paisagem

O conceito de Paisagem não existiu desde sempre, mas foi uma invenção do homem moderno. O aparecimento da palavra na linguagem europeia se deu logo após o humanismo, que foi um momento em que o homem se tornou mais lógico, passando a ver o mundo para além de sua relação com Deus. Há uma carta escrita por Petrarca, no fim da idade média, na qual ele descreve sua escalada ao Monte Ventoux, ainda hoje temido, encontrando uma vista nunca antes contemplada, sendo a primeira vez que o homem vê o mundo do alto. Naquele período não se faziam caminhadas contemplativas ou por esporte, mas sim como peregrinação. Petrarca descreve que ficou perplexo com o espetáculo visto diante dos olhos. Este momento é o marco inicial do olhar moderno sobre a Paisagem, quando o homem consegue olhar o mundo à distância, esvaziado do conteúdo religioso da natureza (BARTALINI, 2007).

Diversos autores se aprofundaram no estudo da filosofia da paisagem, e não cabe aqui um aprofundamento sobre o tema. No entanto, vale destacar que o termo paisagem conforme adotado no presente estudo não se refere apenas ao espaço ou à morfologia do ambiente que nos cerca. Conforme destaca Berque (1994), a paisagem não reside apenas no objeto ou no sujeito, e sim na interação complexa entre estes dois termos, ou melhor, o estudo paisagístico se instala na complexidade do cruzamento entre a instituição mental da realidade e a constituição material das coisas, em uma relação que envolve várias escalas de tempo e espaço.

Neste contexto, pode-se entender a Paisagem como a experiência da vivência, com destaque para a captura pelo olhar, e que só pode ser conhecida e percebida em sua totalidade a partir de um afastamento do homem em relação à natureza. A Paisagem em si é um recorte e uma totalidade, onde os objetos que estão sendo vistos fazem sentido juntos e conformam uma unidade entre eles, a partir de uma percepção única de cada sujeito com suas referências pessoais, uma percepção da alma, do sentir. Neste contexto, ao mesmo tempo em que o homem atua na paisagem ele é também seu espectador (TURRI, 2013).

Contudo, a experiência de construção de paisagem não é apenas individual, mas também se dá no coletivo, por meio do imaginário e do ideológico. O primeiro tem como base as memórias, vivências e relações sociais do sujeito, ao passo

que a ideologia é parte do contexto social, político e econômico. O conjunto de fatores envolvidos depende de cada contexto, lugar, sociedade, cultura e, nesse sentido, fica claro que perceber a paisagem não é encontrar relações de causas e efeitos, mas entender as redes de interrelações de cada localidade e de cada sociedade. Neste sentido, qualquer intervenção no território deve contemplar para além da natureza e dos objetos construídos, considerando a estrutura social que nela está inserida, o imaginário coletivo do lugar, sua identidade que gera o sentido de comunidade, seus mitos fundadores, englobando todas as partes. A paisagem, portanto, é a materialização da existência de uma civilização, expressa em determinado momento e circunstâncias (HERCULANO, 2018). É a partir deste ponto que a paisagem passa a ser algo a ser preservada em conjunto com a história de uma sociedade, uma vez que é um lugar observado e narrado, sendo patrimônio enquanto dispositivo capaz de relacionar o tempo presente com o tempo passado, ou com a imagem do lugar num dado momento (MALDINA, 2020).

Compreender o que significa patrimônio é fundamental para entender até que ponto a paisagem pode ser patrimônio, seguido da avaliação do que implica a sua interpretação nas consequências da sua gestão. O conceito de patrimônio tem acompanhado a evolução humana, sendo que a partir de 1931, com a carta de Atenas, as discussões relativas à Preservação do Patrimônio Cultural passam a ser abordadas de forma plurinacional e consolidadas em Cartas, Convenções e Recomendações. Estes documentos "representam tentativas que vão além do estabelecimento de normas e procedimentos, criando e circunscrevendo conceitos às vezes globais, outras vezes locais" (CURY 2004, p. 7). Na Carta de Atenas não há ainda recomendações específicas para as áreas urbanas, que são mencionadas de maneira superficial apenas como entorno dos monumentos antigos, que eram o foco. A compreensão de patrimonialização de conjunto urbano vem mais tarde.

Durante o século XX as questões do patrimônio e sua conservação se deslocam do monumento para o ambiente. No fim do século XIX e início do século XX, Ruskin já defendia a preservação das cidades e vários outros arquitetos, tais como Camillo Sitte e Gustavo Giovannoni, propunham intervenções urbanas. Embora a ideia de preservar fragmentos urbanos apareça neste período, há um longo percurso até a formalização dessa preservação como assunto de Estado, que foi consolidada a partir da década de 1930 numa revisão da Normas de Proteção ao Patrimônio Nacional Frances (CHUVA, 2009). Entretanto, é depois da destruição causada pela segunda grande guerra que a conservação das cidades se tornou uma urgência. No que se refere às Cartas Patrimoniais, a ideia da prática de preservação de áreas urbanas é reforçada na "Carta de Veneza", publicada em 1964*.

*Carta internacional sobre conservação e restauração de monumentos e sítios. Aprovada no II Congresso internacional de arquitetos e técnicos de monumentos históricos. Icomos, 1964

"A noção de monumento compreende não só a criação arquitetônica isolada, mas também a moldura em que ela é inserida. O monumento é inseparável do meio onde se encontra situado e, bem assim, da história da qual é testemunho. Reconhece-se, consequentemente, um valor monumental tanto aos grandes conjuntos arquitetônicos, quanto às obras modestas que adquiriram, no decorrer do tempo, significação cultural e humana." (CARTA DE VENEZA, 1964)

A questão foi novamente abordada nas Normas de Quito, publicadas em 1967, que visavam promover a área urbana em função da valorização econômica e turística. Entretanto, ainda se entendia a preservação urbana como a abordagem da vizinhança imediata ao monumento.

Em 1975 há a publicação da Declaração de Amsterdã, que defende que a preservação do patrimônio deve se estender para além do entorno imediato ao monumento, abrangendo núcleos urbanos e cidades de interesse histórico e cultural. Mas foi na Carta de Washington, publicada em 1986, que houve a definição de que cidades ou conjuntos que sejam de interesse histórico ou cultural de preservação devem ser salvaguardados, devendo ser consideradas nos planos urbanos em todos os seus níveis. A consolidação dessa noção de patrimônio cultural mais completa e complexa se consolida no início do século XXI, passando a incluir a perspectiva urbana em sua totalidade, inclusive com sua dimensão imaterial e suas diversas manifestações.

Finalmente, foi a "Carta de Cracóvia", de 2000, que sancionou uma verdadeira mudança na definição do conceito de patrimônio, ampliando o entendimento para aquilo que a própria comunidade reconhece como seus valores particulares e específicos, o que teve um impacto significativo na interpretação da paisagem como patrimônio e que posteriormente se expandiu para o patrimônio intangível na Convenção para a Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial que ocorreu em 2003 (MALDINA, 2020).

"Cada comunidade, tendo em conta a sua memória colectiva e consciente do seu passado, é responsável, quer pela identificação, quer pela gestão do seu patrimônio. Os monumentos, considerados como elementos individuais desse patrimônio, possuem valores que se alteram com o tempo. Esta alteração de valores, que podemos identificarem cada monumento é, afinal, uma das características do patrimônio, ao longo da História. Através deste processo de mudança de valores, cada comunidade desenvolve uma consciência e um conhecimento da necessidade de preservar os bens culturais construídos, pois eles são portadores dos seus próprios valores patrimoniais comuns." (CARTA DE CRACÓVIA, 2000)

Tal definição dialoga com o conceito de paisagem no início deste capítulo, uma vez que a paisagem passa a ser compreendida não como algo estático, mas como algo que é construído a partir do olhar do homem, dinâmica e resultante das circunstâncias.

Histórico das Leis de Ordenamento Territorial no Brasil

No período colonial (1500 a 1822) o conjunto de leis que disciplinou as práticas urbanas no Brasil era formado pela Lei das Índias e pelas Ordenações do Reino - quando o território tinha características predominantemente rural - e pelas Cartas Régias, Vereações e Posturas - quando houve um aumento da dinâmica urbana.

A Lei das Índias, primeira legislação urbanística da Idade Moderna, foi instituída em 1573 pelo então rei da Espanha Felipe II (DANTAS, 2004). Esta legislação, que tem influência dos tratados renascentistas com modelo de ocupação simples e geometria ortogonal, passou a ser aplicada no Brasil no período da União Ibérica (1580 a 1640), resultado da união entre as monarquias de Portugal e da Espanha após a Guerra da Sucessão Portuguesa.

Segundo Herculano (2018), as regras constantes nesta Lei tratam, essencialmente, do plano horizontal de urbanização, que determinam a primeira forma da cidade. As normas previstas na Lei das Índias eram descritivas e referiam-se apenas ao parcelamento do solo, com definições da forma de inserção da cidade no território, como condições naturais ideais - aspectos climáticos -, facilidade de reimplantação e defesa. Há também indicações no que se refere à organização espacial do plano urbanístico, que deveria ter geometria perfeita, quarteirões idênticos, edifícios alinhados e com continuidade de altura. A Praça era sempre o ponto principal do plano, com dimensões proporcionais ao número de moradores e formato retangular. A partir das praças era traçado o arruamento, sempre ortogonal, protegido dos ventos e com larguras variáveis “largas nas regiões frias e estreitas nas regiões quentes”. (HERCULANO, 2018, p.73).

Como indicado, outra lei vigente no período colonial era as Ordenações do Reino - que no período da União Ibérica era chamada de Ordenações Filipinas. Tratava-se da ordem jurídica portuguesa, também aplicável ao Brasil. As Ordenações Filipinas. são consideradas o primeiro código disciplinador das edificações no Brasil. Este documento normaliza, de forma descritiva, as regras de ocupação do solo, que configuram o plano vertical de urbanização. Entretanto, não existem indicações no que se refere a características do desenho das edificações, tais como padronização de aberturas, tamanhos ou materiais de acabamento. Estas normas se referem, principalmente, às relações de vizinhança entre os imóveis, a exemplo das condições de iluminação, privacidade, livre acesso às ruas e escoamento de águas do telhado. Há uma clara preocupação com questões de salubridade e habitabilidade, principalmente relacionadas às condições de iluminação da edificação.

Herculano (2018) destaca que as Ordenações Filipinas foram inspiradas na Constituição do Império Romano - Lei das XII Tábuas de 451 A.C - que trazia em sua Tábua Oitava questões dos direitos prediais também com foco nas relações

de vizinhança relativas a afastamentos, escoamento de águas das chuvas e livre acesso às estradas. Há, inclusive, uma relação entre essas definições e os parâmetros urbanísticos de afastamentos que se repetem nas legislações urbanísticas brasileiras atuais.

A partir de meados do século XVII, com a queda do preço do açúcar e a descoberta do ouro em 1695, há um aumento da dinâmica urbana. Neste contexto, as Câmaras - que administravam as cidades no que se refere aos poderes legislativo e executivo - começam a definir normas para legislar sobre questões tais como abastecimento de água, abertura de vias, calçamento, limpeza urbana, entre outros. Essas normas eram conhecidas como Posturas. Neste mesmo período, passam a regular o território do Brasil as Cartas e Provisões Régias, que tratam da fundação e construção de vilas e cidades.

Estes documentos normalizavam, de forma descritiva, as regras de parcelamento e de ocupação do solo. Era indicada a necessidade de um plano urbano para a fundação das cidades que deveriam ser implantadas em áreas próximas à um curso d'água e protegida de inundações. O sítio urbano, que tinha extensão definida e controle de número de habitantes, deveria ser composto por praça quadrada, ruas e lotes, além das áreas para edifícios públicos e cultivo. Havia uma preocupação na setorização de usos, afastando das áreas residenciais aqueles que impactavam a salubridade. As quadras eram formadas, normalmente, por apenas uma fileira de lotes e limitadas por travessas. Tanto as quadras quanto as ruas tinham dimensões definidas e os lotes tinham frente mínima e numeração - para auxiliar na cobrança e arrecadação de fundo para manutenção da estrutura administrativa e dos serviços urbanos. No que se refere às edificações, era obrigatória a licença para novas construções e a apresentação de um de prospecto da mesma garantido a implantação no alinhamento. O gabarito deveria seguir padrões específicos, bem como as alturas das portas e janelas, e a pintura das fachadas. Existia uma preocupação com o aspecto harmonioso do conjunto de edificações.

Apesar destes documentos demonstrarem o interesse da Coroa em unificar uma imagem que refletisse o domínio português na Colônia, as características rurais e locais fizeram com que fossem implantados dentre os modelos importados os de maior conveniência, desenvolvendo-os e adaptando-os de acordo com os materiais, as técnicas e a mão de obra disponíveis (REIS FILHO, 1968). Esta realidade garantiu a permanência da identidade local incorporados à forma urbana, não havendo repetição de um padrão genérico.

Ainda durante o período imperial (1822 a 1889), surge a necessidade de consolidação das leis vigentes em um único texto, quando são escritos os códigos de Posturas Municipais, que repetiam muitas das leis já vigentes no período anterior. Segundo Herculano (2018), essas leis tratavam de um grande espectro de temas,

mas, no que se refere à forma urbana, mantinha-se a preocupação com os alinhamentos frontais, as relações de vizinhanças e a definição dos espaços públicos.

A Proclamação da República e abolição da escravatura marcam o encerramento da base rural-escravista e inaugura o início de uma sociedade urbana-industrial. Neste momento, alguns municípios começaram a retirar de seus códigos de posturas as normativas mais detalhadas no que se referem à construção. Nas primeiras duas décadas do século XX surgiram os Códigos de Obras, impulsionados pelo advento do concreto armado e das ideias modernistas, que traziam uma nova forma de construir e ocupar. Nestes códigos é incorporado, inicialmente, de maneira pontual, o conceito de zoneamento como um instrumento urbano de controle da ocupação e valorização do solo. Segundo Herculano (2018) o zoneamento surgiu na Alemanha como um mecanismo para sanar os conflitos econômicos e sociais aflorados pela crescente urbanização nos principais centros e causados pela industrialização. Os Códigos de Obras passam a condicionar parâmetros urbanísticos às zonas como afastamentos, taxas de ocupação, limite de altura, entre outros.

Maricato (2000) apresenta um breve resgate do planejamento modernista no Brasil trazendo algumas considerações de Villaça (1999). Segundo a autora, no fim do século XIX a elite brasileira orquestrou a discussão da necessidade da implantação de Planos de embelezamento e melhoramento das cidades.

Com a instalação da República (1889), houve a busca por novas linguagens que refletissem novos valores, e eles foram manifestados pelo ecletismo na arquitetura e pelo positivismo no desenho urbano. Fazia parte dos planos da República a materialização da lógica de federação de estados regidos por um governo central, de modo que centralizar a capital seria uma ação emblemática. Por este motivo, foi planejada a cidade de Belo Horizonte como a nova capital para Minas Gerais, em posição central e com desenho positivista de Aarão Reis (1897). O princípio foi trazido para o Brasil através da Escola Positivista do Rio de Janeiro, que defendia o pensamento de Auguste Comte. Estavam associados ao positivismo as ideias de geometrização, lógica, embelezamento e sanitarismo.

Estes planos eram preocupados com infraestrutura, circulação e saneamento. “foi sobre a égide do embelezamento que nasceu o planejamento urbano brasileiro” (MARICATO, 2000). Neste contexto é elaborado o Plano de Pereira Passos para o Rio de Janeiro (1853-1870), o Plano de Prestes Maia para São Paulo (1920-1930) e o Plano de Agache para o Rio de Janeiro (1930).

Os conceitos de embelezamento e melhoramento começam a ser substituídos pela técnica e a ciência, buscando um modelo eficaz de produção das cidades a partir de 1930, mas estes planos são, segundo Maricato (2000) inúteis e não conseguem abarcar a complexidade urbana, se transformando num “plano discurso”.

Diversos planos foram elaborados até a década de 1960, mas foi no período de Regime Militar que o Planejamento Urbano ganhou força no Brasil. Neste contexto são criados o BNH (Banco Nacional da Habitação), a CBTU (Companhia Brasileira de Trens Urbanos), as Companhias de Saneamento, as políticas de ocupação do interior do país e as políticas urbanas para o desenvolvimento econômico.

Cabe destacar que no início da década de 1960, ainda no governo de João Goulart, se iniciaram as discussões sobre a reforma urbana, em diálogo com o movimento de reforma agrária existente. Os temas e modelos de atuação já eram discutidos em outros países, como o conceito de "solo criado" já existente na França. No entanto, com o Golpe de 1964, as pautas ficaram engavetadas e só voltaram a ser discutidas no processo de redemocratização do pais, sendo parcialmente inseridas na Constituição de 1988, que incorporou demandas dos movimentos sociais e populares que defendiam o acesso à terra e a função social da propriedade. A luta pelo direito à cidade, tendo o tema do direito à moradia como componente central, buscava contrapor um modelo de cidade excludente que se consolidou após anos de crescimento urbano acelerado, com grande expansão das periferias.

Situação contemporânea nas normativas urbanas e territoriais

A Constituição Federal trouxe a inserção formal do município na Federação e a ampliação de sua autonomia Política. Como indica Compans (2015), "o dispositivo constitucional atribui aos municípios a competência exclusiva em promover o ordenamento territorial", mediante o planejamento e controle de uso, parcelamento e ocupação do solo, por meio dos Planos Diretores.

No entanto, as discussões sobre reforma urbana eram muito mais amplas do que o texto trazido para a Constituição, e grande parte dos conceitos e instrumentos urbanísticos construídos não foram incorporados à lei. Foi apenas em 2001, com a instituição da Lei Federal 10.257/2001 – o Estatuo da Cidade - que foram instituídos os instrumentos necessários para a reforma urbana.

A concepção de cidade e planejamento contida no estatuto é inovadora para o Brasil. De acordo com o "Estatuto da Cidade - Guia para Implementação pelos Municípios e Cidadãos":

"As inovações trazidas por essa lei situam-se em três campos: um conjunto de novos instrumentos de natureza urbanística voltados para induzir – mais do que normatizar – as formas de uso e ocupação do solo; a ampliação das possibilidades de regularização das posses urbanas, até hoje situadas na ambígua fronteira entre o legal e o ilegal, e também uma nova estratégia de gestão que incorpora a ideia de participação direta do cidadão em processos decisórios sobre o destino da cidade" (INSTITUTO PÓLIS, 2001).

Além dos instrumentos previstos no Estatuto da Cidade que visam garantir a função social da propriedade, cabe destacar que, no Brasil, o zoneamento é um importante instrumento de definição da função social, uma vez que define o que deve acontecer em cada parte da cidade. Segundo Souza (2002) o Zoneamento é considerado o instrumento de Planejamento Urbano por excelência, sendo "a divisão do espaço em zonas que serão objetos de diferentes regulações no que se concerne ao uso da terra e à altura e tamanho permitidos para as construções".

Cabe destacar que o Estatuto da Cidade também prevê a elaboração, para além dos planos diretores, de planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social, bem como abre a possibilidade para criação de novos parâmetros urbanísticos ou normas de uso e ocupação do solo para atendimento de especificidades de cada município. Estas duas aberturas são fundamentais no que se refere ao planejamento urbano da paisagem, uma vez que cada paisagem é única e não se insere apenas no contexto municipal.

Desde a aprovação do Estatuto da Cidade foi dado um grande impulso no processo de elaboração de Planos Diretores no Brasil, inclusive por meio de uma campanha nacional realizada pelo Ministério das Cidades que, segundo Santos Junior (2008) "se estruturou através de uma coordenação nacional, composta de instituições integrantes do Conselho das Cidades e de núcleos estaduais, integrados pelo poder público e organizações sociais diversas." Segundo o mesmo autor, em maio de 2006, 88% dos 1.684 municípios com obrigatoriedade estavam elaborando ou já tinham concluído a elaboração e/ou revisão dos seus planos diretores.

Apesar desses planos não trazerem práticas muito inovadoras, foi incorporado o discurso de abraçar as demandas populares, ainda que a participação das classes populares no processo de elaboração seja baixa. Também, foram trazidos para a discussão dos técnicos que elaboram os Planos Diretores a os conceitos de função social da propriedade e a tentativa de incorporar instrumentos do Estatuto das Cidades nas legislações municipais. Entretanto, nenhuma discussão foi feita no que se refere à paisagem urbana e aos parâmetros urbanísticos que estão sendo repetidos desde o fim do século XIX.

Para além das discussões sobre o alcance dos planos diretores e da participação das classes populares em sua elaboração, cabe refletir sobre quais modelos de cidade estão sendo criadas a partir destas leis de ordenamento territorial. A lentos passos tem acontecido a ampliação da discussão do direito à cidade, incorporando novos instrumentos e conceitos urbanísticos previstos no Estatuto da Cidade. No entanto, no que se refere à paisagem, o ordenamento territorial segue reproduzindo os mesmos parâmetros morfométricos herdados das primeiras leis e ordenações utilizadas no período colonial.

Os parâmetros urbanísticos tais como taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento, afastamentos fontais e laterais, taxa de permeabilidade, altimetria, entre outros, vêm sendo repetidos de maneira indiscriminada na grande massa de Planos Diretores elaborados no Brasil nas duas últimas décadas - e nas outras legislações urbanísticas de ordenamento territorial. Estas legislações trazem textos repetidos, padronizados, e que não consideram as especificidades físicas e culturais locais.

É difícil encontrar leis de ordenamento territorial no Brasil que proponha parâmetros para além dos citados, exceto em algumas normativas que visam especificamente a preservação do patrimônio cultural, mas que são raramente incorporadas as legislações municipais. É muito positivo que alguns raros exemplos atendam a áreas de paisagens tombadas, mas o princípio de adaptação a cada realidade e de proposição de parâmetros que preservem e destaquem os valores locais precisa ser revisto. Não apenas para áreas tombadas, mas sim segundo a compreensão de que toda paisagem tem o seu valor local, cultural e contextualizado.

Fundamentado em parâmetros geométricos da ocupação do lote, o modelo de produção das cidades brasileiras ainda é essencialmente morfométrico (MOURA, 2013). O que é realizado no lote, feito de forma individual e segmentada, ao ser reproduzido constitui a paisagem urbana, que tem se apresentado massificada e esvaziada de significado para as pessoas (HERCULANO, 2018). Os Planos Diretores (PD) e as LUOS são repetidas em todo o país, sendo replicados em diversas cidades, produzindo cidades sem relação com o lugar, desconsiderando a inclusão de parâmetros urbanísticos que conduzam melhor as especificidades de cada território, considerando o todo, e não o lote isoladamente, a partir do aproveitamento máximo das possibilidades volumétricas.

Para demostrar o padrão existente de aplicação dos mesmos parâmetros exclusivamente morfométricos no país, foi de interesse realizar a análise dos Planos Diretores e Leis de Uso e Ocupação do Solo das capitais dos estados brasileiros, do que se constatou que poucos são aqueles que inserem a política ambiental junto à urbana. Raros são os municípios que elaboram diretrizes/parâmetros compatíveis com a sustentabilidade urbana. Aqueles que preveem algum instrumento dentro do Plano Diretor enfrentam dificuldades no momento de aprovar ou executar determinadas ações ou ainda são parâmetros bastante generalistas, sem estrita relação com arborização ou melhoria da qualidade ambiental.

O levantamento evidencia o que já é conhecido: a leis de uso e ocupação do solo criaram e regulamentaram instrumentos muito relacionados às massas edificadas e cujo interesse está associado a questões econômicas (parâmetros morfométricos), tais como coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação, recuos e afastamentos, gabarito máximo das edificações. Dentre os instrumentos tradicio-

nais identificados, o único que favorece a criação ou manutenção das áreas verdes é a Taxa de Permeabilidade. No entanto, embora o instrumento possibilite a criação de áreas arborizadas, ele não as garante como volume vegetado, uma vez que foi elaborado com a finalidade de permitir a infiltração de águas pluviais e evitar a sobrecarga da infraestrutura de drenagem urbana. Já dentre os instrumentos não tradicionais, somente os municípios de Belo Horizonte, São Paulo, Maceió, Cuiabá e Goiânia apresentaram instrumentos relacionados a criação de áreas verdes ou à arborização dos espaços. (Tabela 01).

Cabe ressaltar, ainda, que apesar de o Estatuto da Cidade prever a elaboração de planos regionais e estaduais de ordenação do território, o que permitiria o planejamento da paisagem em uma escala adequada, respeitando a morfologia do território e aspectos culturais para além dos limites administrativos, há grande dificuldade na implementação deste tipo de planejamento, uma vez que a Constituição Federal atribui aos municípios a competência exclusiva em promover o ordenamento territorial. Para além disso, a distinção conceitual, instrumental e prática entre planejar o território versus planejar a paisagem, encontra no âmbito cultural, da assimilação e valorização coletiva, suas limitações mais contundentes.

Como indica Magalhães (2021), no contexto de planejamento da paisagem em escala regional, a Itália se destaca com um país referência, que construiu ao longo do século XX um arcabouço de leis, conceitos, dados e metodologias capazes de garantir a expressiva qualidade paisagística tanto do ponto de vista morfológico quanto do reconhecimento das atividades antrópicas como parte integrante da paisagem. Desta forma, os italianos incorporam a manutenção e a valorização dos aspectos culturais locais, dialogando diretamente com os conceitos mais recentes de preservação do patrimônio.

Enquanto no Brasil o planejamento urbano caminha distante das normativas de preservação do patrimônio, na Itália, ainda na década de 1980 as regiões assumiram um compromisso de preservar de forma conjunta não só a bela paisagem, ou seja, não só as áreas de valor estético ou histórico, mas também aquelas zonas frágeis, degradadas e em perigo de extinção, consolidando um Plano Paisagístico completo de cada região. Para tanto, o Plano Paisagístico da Emília-Romana, o primeiro a ser elaborado no país, emprega o conceito de definição e segmentação de unidades de paisagem, indicando políticas específicas ligadas às características históricas e à identidade cultural de cada uma delas*.

* Conceitos trazidos pelo Prof. Carlo Monti, da Universidade de Bologna, em reunião online com o grupo do Laboratório de Geoprocessamento, realizada em 2019.

Região	Capital	Parâmetros									Atualização	
		CA	TO	Afast. Front	Afast. Lat	Afast.Fundos	Altura Máxima	Cota máx terreno/unid (m²)	Taxa Permeabilidade	Outros	P.D.	L.O.U.S.
Norte	Manaus	x	x	x	x	x	x		x		2014	2014
	Rio Branco	x	x	x	x	x	x		x		2016	2009
	Macapá	x	x	x	x	x	x		x		2004	2004
	Belém	x	x	x	x	x	x		x		2008	1999
	Porto Velho	x	x	x	x	x					2008	1999
	Boa Vista	x	x	x	x	x	x		x		2008	2006
	Palmas	x	x	x	x	x	x		x		2018	1993
Nordeste	São Luís			x	x	x	x				2006	1993
	Fortaleza	x	x	x	x	x	x	x			2009	2017
	Teresina	x	x	x	x	x	x				2019	2006
	Natal	x	x	x	x	x	x				2007	2007
	João Pessoa	x	x	x	x	x					2008	1975
	Recife	x		x	x	x	x		x		2020	1996
	Maceió	x	x*	x*	x*	x*	x*		x*	Vegetação Arbórea (1)	2005	2007
	Aracaju	x	x	x	x	x	x		x		2000	2010
	Salvador	x	x	x	x	x	x	x	x	Quota máxima de garagem	2016	2016
Centro Oeste	Goiânia	x		x	x	x	x			Índice Paisagístico (2)	2018	2008
	Brasília	x	x	x	x	x	x		x	Subsolo e outros (3)	2009	2019
	Cuiabá	x	x	x			x		x	Potencial construtivo e outros (4)	2007	2015
	Campo Grande	x	x	x	x	x	x				2018	2005
Sudeste	Belo Horizonte	x	x	x	x	x	x	x	x	Vagas de garagem e outros (5)	2019	**2019
	São Paulo	x	x	x	x	x	x	x	x	Quota ambiental	2014	2016
	Rio de Janeiro	x	x	x	x	x	x		x	Subsolo e outros (6)	2011	2013
	Vitória	x	x	x	x	x	x		x	Vagas de garagem	2006	**2006
Sul	Curitiba	x	x	x	x	x	x	x	x		2015	2019
	Florianópolis	x	x	x	x	x	x			Taxa impermeabilização máxima, estacionament	2014	2014
	Porto Alegre	x	x	x	x	x	x		x	Vagas de garagem	2010	**2010

X* - Parâmetros não aparecem no Plano diretor. Foram indicados Código de Urbanismo e Edificações publicado em 2007.

** Lei de uso e ocupação como parte integrante do plano diretor

(1) Definição de vegetação de porte arbóreo por quantidade de m² de estacionamento térreos sem coberturas

(2) Índice Paisagístico - cobertura vegetal em solo natural, em concregrama ou cobertura vegetal não permeável

(3) Subsolo; galerias e marquise; vagas para veículo; tratamento das divisas

(4) Potencial construtivo excedente, limite de adensamento. Cobertura Vegetal Arbórea e Cobertura vegetal paisagística.

(5) Vagas de garagem. Taxa de permeabilidade vegetada, caixa de captação.

(6) Subsolo, limite de profundidade, projeção horizontal.

Tabela 01 - Parâmetros de uso de solo das capitais dos estados brasileiros. Dados mensurados no início de 2020

No que se refere ao planejamento da paisagem no Quadrilátero Ferrífero, observa-se que muitos dos municípios já elaboraram seu Plano Diretor, uma vez que, conforme os critérios de obrigatoriedade estabelecidos pelo Estatuto da Cidade, se trata de um contexto de área com empreendimentos de impacto ambiental, de interesse turístico e que abrange parte de uma região metropolitana. No entanto, estas leis de ordenamento territorial foram elaboradas de forma independente, sem buscar uma leitura conjunta do território, quiçá da paisagem. No caso das cidades histórias, observa-se que há uma preocupação com o planejamento da paisagem buscando preservar as principais visadas dos conjuntos urbanos tombados, como é o caso de Mariana, Congonhas e Ouro Preto, mas apenas pelos órgãos de preservação do patrimônio, sem que as normativas elaboradas pelo IPHAN sejam incorporadas às legislações municipais. Para melhor entendimento deste tema, cabe uma breve contextualização sobre a preservação do patrimônio no Brasil e a análise de normas e leis de ordenamento territorial destes três municípios.

A preservação da paisagem das cidades históricas mineiras no Quadrilátero Ferrífero

A importância da paisagem como patrimônio cultural surge através do olhar dos modernistas associados à literatura e o movimento artístico que se instalou no Brasil na primeira metade do século XX. Eles foram os primeiros a valorizarem os conjuntos urbanos coloniais. A viagem de Mario de Andrade a Ouro Preto, em 1919, é um marco do entendimento de que os conjuntos urbanos de Minas Gerais eram manifestações artísticas genuinamente brasileiras, o que foi apoiado por diversos outros modernistas posteriormente. Naquela época eles perceberam as características singulares na arquitetura das Minas Gerais e construíram a ideia de que eram as primeiras manifestações artísticas genuinamente brasileiras.

Ao voltar de sua viagem a Ouro Preto, Mario de Andrade publicou um estudo sobre as características da arte religiosa no Brasil, exaltando que os conjuntos arquitetônicos de Minas Gerais representavam as primeiras manifestações artísticas genuinamente brasileiras. Em seguida, outros modernistas se uniram a ele propondo recuperar essa tradição artística nacional surgida no século XVIII, mas esquecida até então. Este discurso fazia parte da construção de uma identidade nacional proposta pelos artistas plásticos modernistas da época.

Entre 1924 e 1925 políticos, técnicos, gestores públicos e escritores mineiros criaram comissões para discutirem e elaborarem projetos de preservação das cidades coloniais do estado. Em 12 de julho de 1933 foi instituído o decreto nº 22.928, que elevou Ouro Preto à condição de monumento nacional, a partir do qual a cidade foi tombada como patrimônio nacional brasileiro.

Em 1934, com a instituição da Constituição Federal que tinha como base o conceito da função social da propriedade, foi abordada pela primeira vez a questão da preservação em uma legislação Brasileira. Este documento define, em seu artigo 148, que caberia ao estado "(...) favorecer e animar o desenvolvimento das ciências, das artes, das letras e da cultura em geral, proteger os objetos de interesse histórico e o patrimônio artístico do País (...)" (BRASIL, 1934, art.148).

Todas essas ações ocorridas nas três primeiras décadas do século XX foram fundamentais à criação do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), no ano de 1937, a título experimental. Neste mesmo momento, foi elaborado o projeto de lei que organizaria a proteção do patrimônio histórico brasileiro, o Decreto-lei nº 25, que traz em seu artigo primeiro a seguinte definição:

> Art. 1º Constitui o patrimônio histórico e artístico nacional o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico.
>
> § 1º Os bens a que se refere o presente artigo só serão considerados parte integrante do patrimônio histórico o artístico nacional, depois de inscritos separada ou agrupadamente num dos quatro Livros do Tombo, de que trata o art. 4º desta lei.
>
> § 2º Equiparam-se aos bens a que se refere o presente artigo e são também sujeitos a tombamento os monumentos naturais, bem como os sítios e paisagens que importe conservar e proteger pela feição notável com que tenham sido dotados pela natureza ou agenciados pela indústria humana. (BRASIL, Decreto-lei nº 25, 1937, art. 1º).

No que se refere à preservação da paisagem como patrimônio, o Decreto Lei traz em seu artigo 18 uma primeira noção de proteção do entorno do bem - "coisa" - tombado quando define que "não se poderá, na vizinhança da coisa tombada, fazer construção que lhe impeça ou reduza a visibilidade (...)". No contexto vigente a proteção da paisagem estava vinculada ao monumento, como também estava na Carta de Atenas escrita na mesma década. Cabe destacar que o decreto-lei 25 de 1937 ainda está em vigência, e é usado pelo IPHAN como referência para preservação dos sítios tombados a nível nacional.

Logo após o decreto-lei foram publicados diversos decretos de tombamento de Conjuntos Urbanos, sendo os primeiros os localizados em Minas Gerais - aqueles que já haviam sido visitados e registrados pelos modernistas ainda na década de 1920.

Pouco se avançou na legislação de proteção ao patrimônio cultural no Brasil desde então. Os órgãos competentes se utilizam das discussões e da publicação das cartas patrimoniais elaboradas de forma plurinacional, mas nenhuma legislação foi instituída considerando o conceito abrangente de Patrimônio Cultural já indicado na Carta de Washington, publicada em 1986. Como já apresentado, a Carta de Washington indica, inclusive, que os conjuntos de interesse cultural devem ser considerados nos planos urbanos em todos os seus níveis. Desta forma, entende-se que é necessário que todas as iniciativas de proteção ao patrimônio aconteçam

de forma articulada ao planejamento territorial, como bem coloca Castriota:

[...] persiste no Brasil uma danosa dissociação entre as políticas urbanas em geral e as chamadas políticas de patrimônio que deveriam ser integradas na perspectiva da conservação urbana, como vimos. O fato é que, em nosso país, essas esferas têm se mantido arraigadamente afastadas, embora os discursos tanto dos órgãos de preservação quanto de planejamento urbano tenham acolhido a premissa da integração. Grande parte dessas dificuldades deriva, a nosso ver, de um duplo impasse: a não absorção real no país do conceito contemporâneo e ampliado de patrimônio e a decorrente indefinição acerca do tipo de intervenção a ser exercida sobre os bens culturais." (CASTRIOTA, 2009, p. 174)

No que se refere ao patrimônio cultural, os planos diretores e LPUOS (Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo) muitas vezem não propõem parâmetros para as áreas de tombamento federal - como é o caso de Diamantina - delegando ao IPHAN a função de legislar sobre o território.

Observa-se que o IPHAN não possui legislação adequada para legislar sobre o ordenamento territorial, e que as cartas patrimoniais elaboradas nas últimas décadas indicam que os conjuntos de relevância cultural devem ser salvaguardados e planejados por meio das políticas de desenvolvimento socioeconômicas, devendo ser consideradas nos planos urbanos em todos os seus níveis.

Neste contexto, para que o planejamento das áreas de relevância histórica e cultural de fato preserve as características singulares de ocupação do território, os planos diretores municipais precisam propor parâmetros urbanísticos específicos, elaborados a partir de estudos específicos da ocupação do território em cada local. Os órgãos federais e estaduais de proteção do patrimônio cultural não devem ser o responsáveis pela definição do ordenamento territorial destas áreas, sendo urgente a integração entre as políticas de planejamento e preservação. Para melhor contextualização desta situação serão analisadas a seguir a situação dos conjuntos urbanos tombados de Congonhas, Mariana e Ouro Preto, com uma contextualização da situação das normas e leis de ordenamento territorial vigente em cada um destes municípios.

O exemplo de Congonhas

Três cidades históricas do Quadrilátero Ferrífero têm condição especial no registro do patrimônio histórico: Congonhas, Mariana e Ouro Preto. Congonhas foi inscrita no livro de tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico em 1941, enquanto Ouro Preto e Mariana foram inscritas no Livro de tombo Belas Artes, em 1938. Contudo, Congonhas apresenta o conjunto com maior descaracterização da paisagem. O entorno de seu conjunto tombado explicita o crescimento desordenado, não permitindo a identificação nem do desenho urbano original nem da relação entre patrimônio construído e ambiental existente no período de seu tombamento. Não é possível identificar nem mesmo a relação entre o Rio Maranhão e o Santuário

Bom Jesus de Matozinhos, ou mesmo as relações de visadas que existiam entre as principais edificações coloniais existentes.

Ainda hoje muitas regiões de interferência na paisagem do conjunto tombado sofrem pressão por ocupação e adensamento, havendo diversos novos parcelamentos e verticalização de edificações - além de expansão de ocupações irregulares de baixa renda nas principais visadas. Cabe destacar, ainda, a pressão de implantação de empreendimentos minerários em áreas muito próximas ao núcleo urbano, em regiões que têm interferência com o Santuário Bom Jesus do Matozinhos. (Figura 1).

Fig. 01 - Vista geral de Congonhas com destaque para o Santuário Bom Jesus do Matozinhos. Fonte: Captura drone elaborada pela equipe do Laboratório de Geoprocessamento em 2021.

Esta situação explicita a inexistência de norma ou legislação de ordenamento territorial efetiva nas últimas décadas, tanto por parte do município quanto pelo IPHAN. Já nesse momento de total descaracterização, buscando contornar essa situação, o município criou em 2004 uma lei municipal que busca instrumentalizar o planejamento dos usos e da conformação da cidade nas áreas denominadas "Ambiências dos Monumentos Históricos de Congonhas" – que envolve um entorno próximo ao bem tombado, deixando de fora as montanhas que emolduram a paisagem local. Em seguida, em 2006, foi publicado um plano Diretor Municipal e uma Lei Uso e Ocupação do Solo, com vistas a instituir o ordenamento territorial. Cabe destacar que essas legislações, além de trazerem apenas parâmetros morfométricos para garantir a preservação do conjunto tombado, vêm passando por diversas alterações de flexibilização de parâmetros e de adensamento, demonstrando gran-

de fragilidade jurídica. Além disso, estas normas deveriam ter sido revisadas em 2016 - quando completaram 10 anos de sua aprovação – o que não ocorreu até o presente momento.

No que se refere às regras de ordenamento territorial do IPHAN para Congonhas, foram elaborados alguns estudos buscando normatizar o uso e ocupação do solo, inclusive com a indicação das áreas de Ambiências dos Monumentos Históricos em 1988, o que foi posteriormente incorporado, de forma mais detalhada, no zoneamento do Plano Diretor de 2006. No entanto, não existe ainda uma normativa que o IPHAN utilize para controlar a ocupação do núcleo tombado, ficando a cargo do responsável técnico pelas análises de projetos decidir, caso a caso, como se dará a preservação do conjunto tombado.

O exemplo de Mariana

A ocupação original de Mariana se deu em região conhecida como prainha, área localizada às margens do Ribeirão do Carmo que sofria com diversas enchentes. Em razão das enchentes decidiu-se transferir esse núcleo original para uma região mais plana e distante do Ribeirão do Carmo, em área ocupada a partir do Plano Alpoim, elaborado 1745 e caracterizado por traçado geométrico das vias e quadras (Figura 2).

No momento em que Mariana foi inscrita no livro de tombo de Belas Artes, em 1938, a ocupação da cidade estava concentrada na região do Plano Alpoim, com poucas áreas de expansão, sendo possível identificar forte relação da área construída com o relevo que o circundava, bem como, com o Ribeirão do Carmo, conforme descrito em seu processo de tombamento.

Grande parte deste conjunto está preservado, havendo pouca descaracterização na região do plano Alpoim, exceto pela região nas margens do Ribeirão do Carmo que sofreu ocupação e adensamento expressivos. Destaca-se que o relevo acidentado da região permitiu a implantação das principais igrejas em pontos altos, de forma que elas dialogam entre si em uma relação de visadas, que ainda podem ser identificadas nos dias atuais. Porém, a pressão por ocupação nos morros, principalmente por população de baixa renda, resultou em interferência na paisagem do bem tombado. Neste contexto, toda a região de ocupação inicial da região conhecida como prainha, e o “Arraial de Baixo” foram descaracterizados. É possível observar também alguns parcelamentos formais que ocorreram em áreas relevantes para a preservação do conjunto, mostrando falta de um planejamento urbano por parte do poder público que respeitasse o patrimônio.

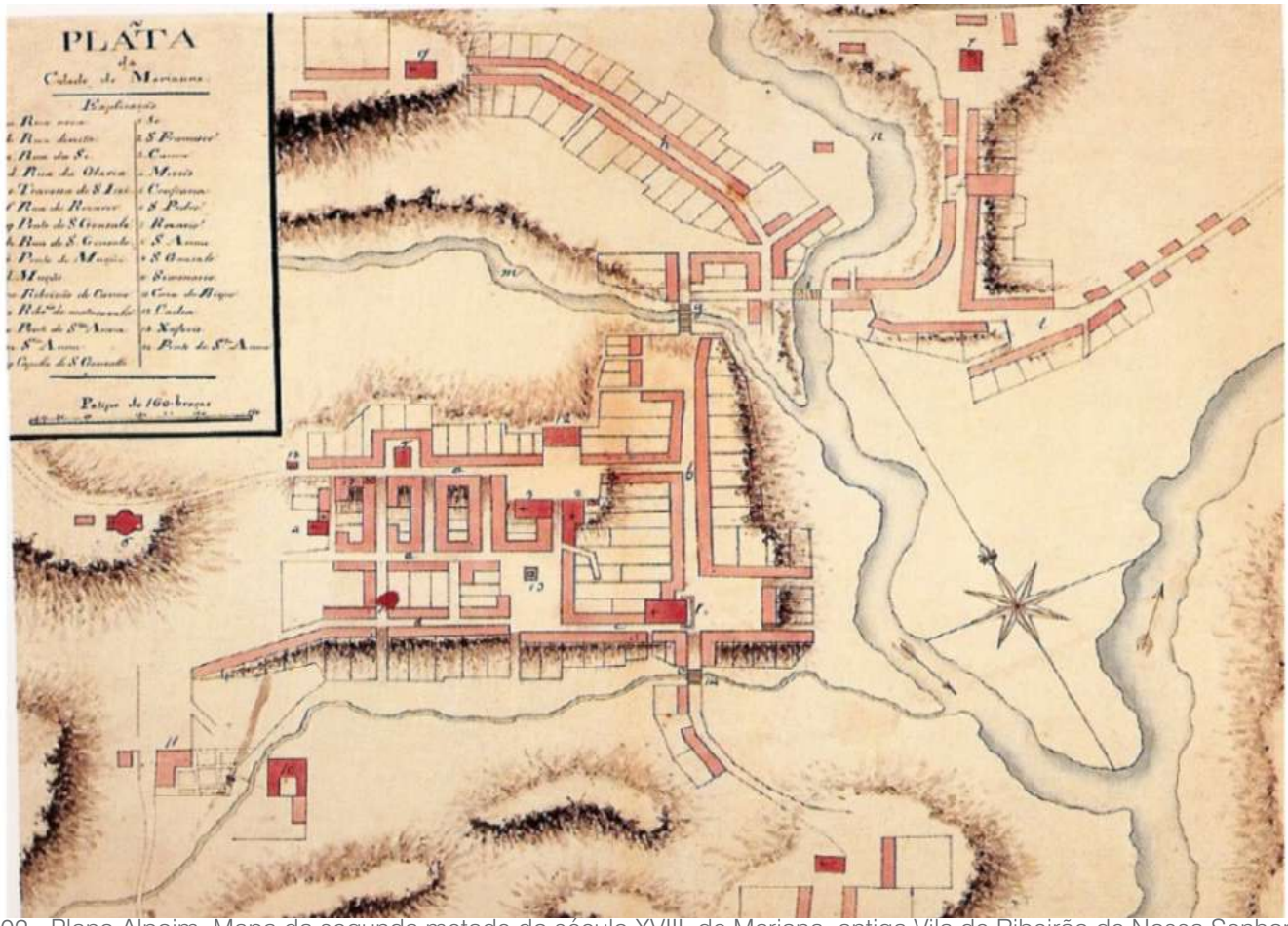


Fig. 02 - Plano Alpoim. Mapa da segunda metade do século XVIII, de Mariana, antiga Vila de Ribeirão de Nossa Senhora do Carmo. Fonte: Arquivo Histórico do Exército - Domínio público

Porém, uma condição interessante de Mariana é que a cidade se adensou para fora do centro histórico, em regiões mais planas, próximas ao fundo de vale. Dentro do conjunto tombado concentram-se residências e edificações de uso institucionais, com algumas poucas regiões onde o comércio é mais intenso. Essa situação contribuiu, de alguma forma, para a preservação da paisagem local. (Figura 3).

No que se refere ao planejamento urbano, houve uma tentativa de planejamento de Ouro Preto e Mariana de forma conjunta, por meio do Plano de Conservação, Valorização e Desenvolvimento de Ouro Preto e Mariana, elaborado pela Fundação João Pinheiro na década de 1970, a partir de um convênio entre o IPHAN, o IEPHA e as prefeituras dos dois municípios. Vilaça (1999) observa que, como outros planos brasileiros da época, o processo foi marcado por extenso conteúdo de diagnóstico e análises focadas no entendimento estritamente técnico, mas o plano nunca foi implementado. Segundo Castriota (2007), as dificuldades de implementação também se deram por limitações de ordem institucional e desarticulação entre IPHAN, IEPHA e prefeituras municipais.

Fig. 03 - Vista de Mariana. Fonte: Captura drone elaborada pela equipe do Laboratório de Geoprocessamento em 2021.

Sobre as legislações urbanísticas municipais, Mariana está passando por um processo de revisão do Plano Diretor*. Em 2004 foi instituído o primeiro Plano Diretor, ainda vigente, que definiu a Zona de Proteção Cultural nos limites do Centro Histórico e incorporou parâmetros urbanístico morfométricos para regular o ordenamento territorial ali. Recentemente, em 2020, a Câmara Municipal apresentou uma proposta de revisão do Plano Diretor , ainda não aprovada.

De maneira geral, as duas normas instituem um zoneamento que busca proteger as principais visadas do conjunto tombado permitindo parcelamento apenas com lotes acima de 10.000 m^2 – quando permitido. Quanto ao polígono de tombamento do conjunto urbano, as normativas preveem apenas os parâmetros morfométricos tradicionais, tais como taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento, taxa de permeabilidade, gabarito e afastamentos.

Quanto às Normativas de Preservação do IPHAN, após a elaboração do Plano da Fundação João Pinheiro em parceria com o IPHAN, em 2008 foi composto um extenso trabalho no âmbito do Programa Monumenta, que gerou estudo com definição de poligonais de tombamento e setorização. Este estudo, apesar de seu nível de detalhamento e qualidade técnica, não chegou a ser transformado em uma normativa do IPHAN e não foi, portanto, implementado. Neste contexto, assim como em Congonhas, fica a cargo do responsável técnico pelas análises de projetos decidir, caso a caso, como se dará a preservação do conjunto tombado.

*Esta proposta está disponível no link: https://mariana.mg.gov.br/uploads/prefeitura_mariana_2018/arquivos/plano_diretor_mariana_proposta_de%20_revis%c3%a3o.pdf. Acesso: 20 de julho de 2022.

Cabe destacar que o IPHAN vem elaborando normativas para os núcleos urbanos tombados de Mariana e Congonhas – além de Diamantina, Tiradentes, São João Del Rey e Serro. No entanto, estas normas não terão força de lei, a não ser que sejam incorporadas pelos planos diretores municipais.

O exemplo de Ouro Preto

Ao longo dos anos, Ouro Preto passou por diversos períodos de intensa dinâmica demográfica. Sua ocupação se deu no início do século XVIII, de forma rápida durante a corrida de exploração de ouro. Passado o ápice da exploração, a partir do final do século XVIII a cidade passou por uma queda da produção aurífera com consequente redução da população, o que se intensificou no final do século XIX com a transferência da capital para Belo Horizonte. A cidade permaneceu em um processo de estagnação até a década de 1940, quando a chegada de uma fábrica de alumínio na região gerou novo processo de crescimento com início da expansão desenfreada da malha urbana. Esta expansão se intensificou até o final do século XX, com o êxodo rural e com a profissionalização do turismo na região, gerando uma expansão desenfreada e sem controle. (OLIVEIRA, 2015). Esse processo de ocupação sem planejamento se deu, principalmente, nos morros que circundam o núcleo histórico, que foram ocupados, predominantemente, de forma irregular por população de baixa renda. (Fig. 04, Fig. 05).

Como já descrito anteriormente, a história de Ouro Preto se confunde com a história da preservação do patrimônio cultural no Brasil, uma vez que foi a partir da ida de Mario de Andrade à cidade que se desdobraram os primeiros tombamentos e a criação do órgão federal de preservação do Brasil. Desde então, havia grande dificuldade na preservação do conjunto, de modo que no final dos anos 60, após os primeiros processos de expansão da cidade, foram feitas duas tentativas de planejamento urbano. A primeira delas, em parceria com a UNESCO, foi liderada pelo arquiteto português Viana de Lima, e a segunda, através da Fundação João Pinheiro, foi elaborada por meio de uma equipe multidisciplinar coordenada pelo urbanista Rodrigo Andrade: O Plano de Conservação, Valorização e Desenvolvimento de Ouro Preto e Mariana.

Fig. 04 – Paisagem urbana em Ouro Preto. Fonte: Captura drone elaborada pela equipe do Laboratório de Geoprocessamento em 2021.

Fig. 05 – Ocupação dos morros em Ouro Preto. Fonte: Captura drone elaborada pela equipe do Laboratório de Geoprocessamento em 2021.

Segundo Castriota (2007) nenhum destes planos foi implementado devido a dificuldades institucionais que explicitam a falta de articulação entre as esferas municipais, estaduais e federais quando se trata da preservação do patrimônio no Brasil. Segundo Brasileiro e Dangelo (2017), a partir de 1990, após a elaboração de diversos documentos por consultores da UNESCO que indicavam diversas fragilidades na preservação do núcleo histórico, se inicia uma nova pressão para elaboração de um plano de gestão que, mesmo quando elaborado, em 1996, não foi implementado.

Ao longo de todo esse tempo, a prefeitura municipal de Ouro Preto teve grande dificuldades na criação de leis de ordenamento territorial, tendo instituído um Plano Diretor em 1996, que foi substituído em 2006 pelo Plano Diretor Vigente. Trata-se de uma legislação que já deveria ter sido revisada, segundo critérios do Estatuto das Cidades, e que incorpora parte das definições trazidas pelo IPHAN na Portaria nº122/2004. No entanto, ainda se concentra na definição apenas de parâmetros morfométricos tradicionais, aplicados isoladamente, além de não incorporar as definições da Portaria 312/ 2010.

Destaca-se que Ouro Preto é a única das três cidades abordadas neste trabalho que possui uma Portaria do IPHAN que dispõe sobre os critérios para a preservação de seu Conjunto Arquitetônico e Urbanístico regulamentando as intervenções na área protegida em nível federal. Segundo Santana (2012), a primeira Portaria foi instituída em 2004, após diversas conversas do IPHAN com UFOP, IEPHA, e Prefeitura Municipal, e incluía apenas as áreas com traçado original do século XVIII. Este documento trouxe avanços importantes, tanto porque regulamentava as análises feitas pelo IPHAN para preservação do conjunto (que anteriormente era feita por critério subjetivo), quanto por trazer novos parâmetros de análise, introduzindo o conceito de face de quadra. A partir desta Portaria passa-se a priorizar a harmonia do conjunto, a relação de volumetria entre as edificações mais próximas e as visadas, ao invés da edificação isolada.

No ano de 2010 o IPHAN publicou uma revisão desta normativa, instituindo a Portaria 312, de outubro de 2010, ainda vigente. Cabe destacar aqui que este documento se inicia com uma definição do perímetro do “sítio tombado”, que incorpora uma área muito mais extensa que o traçado original do século XVIII, buscando normatizar todo o entorno do conjunto urbano e definir parâmetros de ocupação e parcelamento para as áreas que têm interferência na paisagem do conjunto, trazendo claramente o interesse de preservar e planejar a paisagem do bem tombado.

Esta Portaria indica as áreas onde se deve desincentivar o parcelamento, adensamento e verticalização, com indicação de altura máxima de cumeeira, declividade máxima dos telhados, cor da fachada, desincentivo a construção de grandes edificações, entre outras. A Portaria também indica áreas onde não há relação

direta de visada, nas quais deve-se incentivar o parcelamento e o adensamento.

Todo documento se estrutura de forma muito parecida com trechos de um plano diretor ou de uma lei de parcelamento uso e ocupação do solo, trazendo, inclusive, o conceito de função social da propriedade que, segundo a Constituição Federal e o Estatuto da Cidade, está vinculada às exigências expressas no plano diretor. Esta Portaria explicita, de forma clara, que o IPHAN assumiu como sua responsabilidade o ordenamento territorial de uma grande extensão da mancha urbana do distrito sede de Ouro Preto, buscando garantir que não haja uma interferência ainda maior na paisagem do núcleo tombado (Fig. 06).

A Portaria também traz avanços importantes quanto à forma de se planejar o território da Área de Preservação Especial, que segundo o artigo 17 corresponde à ocupação setecentista "ou que guarda relação com este, áreas verdes de interesse paisagístico, bens e obras de arte tombados isoladamente, com edificações de construção de diferentes períodos" (IPHAN, 2010). Destaca-se a definição de como se dará a ocupação dos lotes. Toda a região foi classificada em Faixas Edificáveis de largura 15, 20 ou 30 metros, indicando o limite máximo de projeção da edificação sobre o lote, a partir de sua testada (em metro linear).

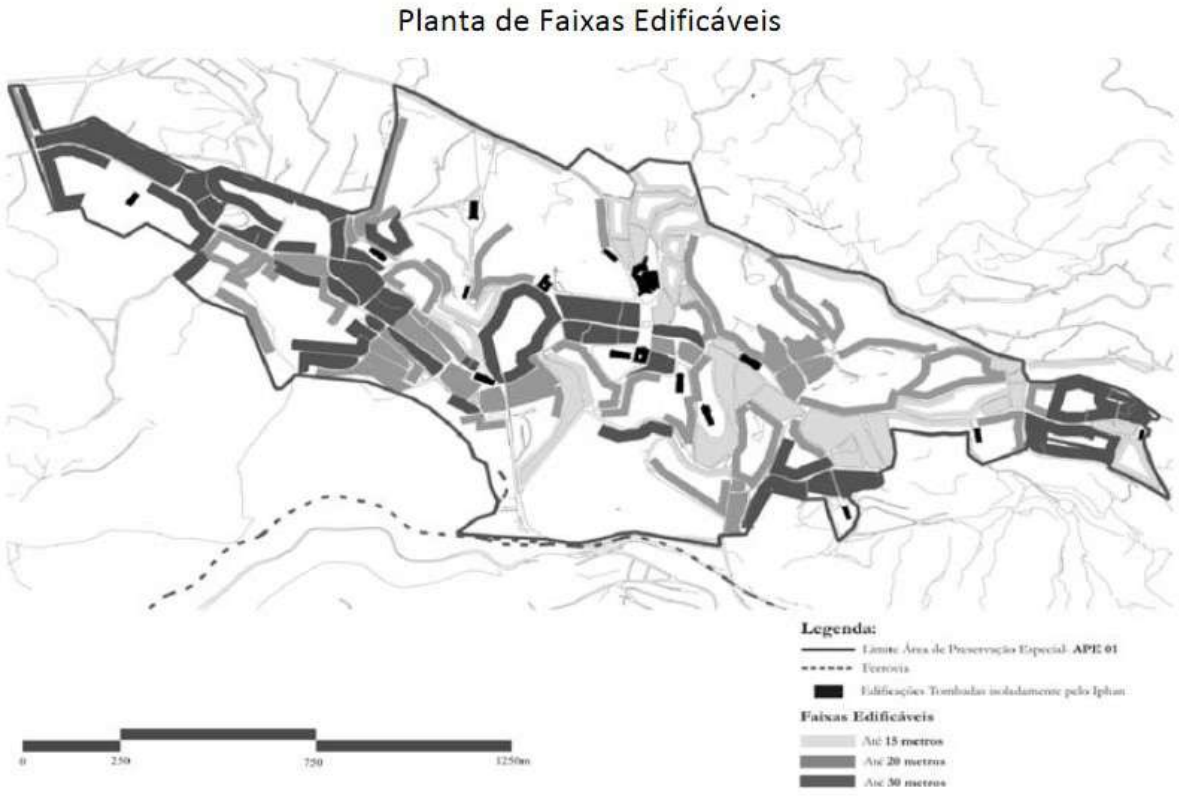


Fig. 06 - Anexo IB da Portaria nº 312, de 20 de outubro de 2010.

Trata-se de um conceito que extrapola os parâmetros urbanísticos repetidos à exaustão nas legislações de ordenamento territorial no Brasil, buscando uma solução específica para um problema recorrente nas cidades históricas mineiras: lotes enormes, que se estendem até os cursos d'água – ou outros limites físicos – e que gerariam um potencial construtivo enorme se fossem utilizados apenas os parâmetros de coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação e afastamentos – bem como uma possível ocupação de miolo de quadra que geraria perda de massa arbórea e perda dos quintais. Este tipo de solução mostra um olhar criativo do planejador, que conseguiu definir estratégias de ordenamento territorial que considerem as especificidades locais.

Discussões e Conclusões

As leis de ordenamento territorial brasileiras não têm sido eficientes na preservação da paisagem no contexto das cidades históricas em Minas Gerais. Essa situação se dá, primeiro, por uma questão conceitual: a noção de ordenação do território, que permeia a base do planejamento urbano no Brasil, é centrada no lote e, portanto, estruturada por instrumentos racionais de ordem quantitativa, e que geram parâmetros generalistas que fomentam ações individuais descoordenadas (HERCULANO, 2018). Ao passo que, a noção de gestão da paisagem é centrada no conjunto, estruturada por instrumentos qualitativos e quantitativos, que buscam compreender a paisagem desejada e, consequentemente, como o lote e a edificação devem se adequar a ela (HERCULANO, 2018).

Em seguida, de maneira estruturante, tem-se a questão jurídica: a definição presente na Constituição Federal estabelece que o município tem a competência exclusiva de promover o ordenamento territorial. Contudo, seria necessário ter o entendimento de que a preservação da paisagem deveria ser pensada em escala regional, de forma a identificar unidades de paisagem para além das fronteiras administrativas, garantindo a preservação "até onde a vista alcança", uma vez que o objeto de interesse passa a ser a paisagem e não apenas as edificações.

Em complementação a essa questão jurídica, há o equivocado entendimento de que é atribuição dos órgãos de preservação do patrimônio federal e estadual a responsabilidade de gerir as questões de ordenamento territorial em área de interesse cultural. Isto reforça a prática de que a preservação se dê apenas na escala da edificação ou de um entorno imediato, uma vez que esses órgãos não têm corpo técnico que consiga gerir e fiscalizar toda a paisagem cultural que emoldura os núcleos tombados.

É fundamental a construção de um entendimento comum entre normativas e legislações de ordenamento territorial municipais, de forma a garantir que o corpo técnico municipal atue em consonância com os órgãos responsáveis pelo patri-

mônio, que não tem tido fôlego para gerir a aprovação de reformas e construções de novas edificações no conjunto urbano tombado, e ainda menos em relação ao conceito de visadas.

Outra questão que se coloca de forma clara a partir das análises de legislações urbanísticas vigentes, é que os Planos Diretores têm repetido à exaustão os mesmos parâmetros morfométricos, independente do contexto e especificidades, sem visualizar, questionar e analisar o tipo de paisagem urbana fomentada por esses parâmetros.

Neste contexto, algumas normativas do IPHAN – com destaque para a de Ouro Preto – apresentam melhores formas de se pensar o ordenamento territorial, seja por análise de face de quadra, seja por definição de faixa que pode ser ocupada no lote no alinhamento frontal.

Cabe aos planejadores se permitirem pensar novos instrumentos e parâmetros urbanísticos que possam garantir a preservação da ambiência e da paisagem, para além das áreas construídas. Nos núcleos urbanos tombados de Minas Gerais a preservação dos quintais e das massas arbóreas em miolos de quadra – fundamentais para a preservação da paisagem – também se mostram como um grande desafio. Assim como os longos quintais sem limites de fundos, que gerariam um expressivo potencial construtivo caso seja aplicado o coeficiente de aproveitamento igual a um.

Enfim, não se pensa a paisagem e seus valores apenas com tabelas de parâmetros morfométricos aplicados indiscriminadamente e que se revelam, tardiamente, como surpresas. Um primeiro passo para a desconstrução desse modelo normativo pode ser a investigação de meios e processos acessíveis que permitam visualizar o que é autorizado pelas normas

Referências Bibliográficas

BRASIL. Constituição (1934). Constituição dos Estados Unidos do Brasil. Rio de Janeiro, 1934.

BRASIL. Decreto-Lei Nº 25, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Rio de Janeiro, 1937.

BRASIL. Estatuto da Cidade. Lei 10.257 de 10 de julho de 2001, que regulamenta o capítulo "Política urbana" da atual Constituição brasileira, 2001.

BRASILEIRO, Vanessa Borges; DANGELO, André Guilherme Dornelles. Ouro Preto, Vila (Des)Aparecida: a difícil relação entre o centro histórico e suas áreas de entorno. OCULUM ENSAIOS (PUCCAMP), v. 14, p. 257-273, 2017.

BARTALINI, Vladimir. Petrarca é o culpado. Vitruvius, ano 1, dez. 2007.Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquiteturismo/01.010/1386>. Acesso em 21 jul. 2022.

BERQUE, Augustin. Cinq Propositions pour une Théorie du Paysage. Paris: Editions Champ Vallon, 1994.

CARTA DE CRACÓVIA. Princípios para a conservação e o restauro do patrimônio construído. 2010. Disponível em: <https://en.unesco.org/sites/default/files/guatemala_carta_cracovia_2000_spa_orof.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2022.

CARTA DE VENEZA. Carta Internacional sobre conservação e restauração de monumentos e sítios. 1964. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Veneza%201964.pdf

CASTRIOTA, Leonardo B. Intervenções sobre o patrimônio urbano: modelos e perspectivas. In: Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Belo Horizonte, 2007.

CASTRIOTA, Leonardo Barci. Patrimônio Cultural. Conceitos, políticas, instrumentos. São Paulo: Annablume; Belo Horizonte: IEDS,2009

CHUVA, Márcia Regina Romeiro. Os arquitetos da memória: sociogênese das práticas de preservação do patrimônio cultural no Brasil (anos 1930-1940). Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2009.

COMPANS, Rose. A ingovernabilidade metropolitana. XVI ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR. Belo Horizonte, maio de 2015. p.1-12

CURY, Isabelle (org.). Cartas Patrimoniais. Edições do Patrimônio. 3ª. ed. rev. aum. Rio de Janeiro: Iphan, 2004.

DANTAS, Ana Claudia de Miranda. As Cidades Coloniais Americanas. 2004. Disponível em: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.050/566

HERCULANO, Renata Nogueira. Os (Des)Caminhos da Linguagem Coletiva nas Paisagens Urbanas Brasileiras: A Forma Urbana Modelada pela Norma. 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2018.

HERCULANO, Renata Nogueira; ZYNGIER, Camila Marques; MOURA, Ana Clara M.; RIBEIRO, Suellen Roquete; KATO, Júlia Marion Florêncio. Parâmetros urbanísticos nos planos diretores brasileiros e a composição volumétrica da paisagem: questões a serem consideradas sobre o impacto do Coeficiente de Aproveitamento (CA). GeoSIG (Revista Geografía y Sistemas de Información Geográfica). Luján, Año 10, Número especial, 2018, Sección I: Artículos. pp. 101-126.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Portaria nº122, de 02 de abril de 2004. Dispõe sobre as diretrizes e critérios para intervenções urbanísticas e arquitetônicas em área do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico, da Cidade de Ouro Preto, no Estado de Minas Gerais, tombado em nível federal. Ouro Preto, 2004.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Portaria nº 312, de 20 de outubro de 2010. Dispõe sobre os critérios para a preservação do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de Ouro Preto em Minas Gerais e regulamenta as intervenções nessa área protegida em nível federal. Prefeitura Municipal de Ouro Preto, Ouro Preto, 20 out. 2010.

INSTITUTO PÓLIS. Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos. 2001.

MAGALHÃES, Danilo Marques de. Uso de Drones Como Suporte ao Planejamento Territorial: da Coleta de Dados à Geovisualização. 2021. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais.

MALDINA, Sara. La pluralità del paesaggio come risorsa strategica: Una proposta metodológica per l'integrazione dei valori e dei servizi del paesaggio nei processi di pianificazione territoriale in Emilia-Romagna. Supervisore Simona Tondelli. 2020, 534 f. Tesi (Douttorato di Ricerca) in Architettura. Dipartimento di Architettura, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Bologna, 2020.

MARICATO, Ermínia. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias – Planejamento Urbano no Brasil. In: ARANTES, O., VAINER, C. e MARICATO, E., A cidade do pensamento único: desmanchando consensos. Petrópolis: Vozes, 2000. p.121-192.

MOURA, Ana Clara M. Landscape design or parameterization? Recent tendencies in geotechnologies for representing and planning urban territory. DisegnareCon, n.11, 2013. p. 3-10.

OLIVEIRA, L. D.; SOBREIRA, F. G. CRESCIMENTO URBANO DE OURO PRETO-MG ENTRE 1950 E 2004 E ATUAIS TENDÊNCIAS. Revista Brasileira de Cartografia, [S. l.], v. 67, n. 4, p. 867–876, 2015. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/49114. Acesso em: 12 ago. 2022.

SANTANA, Marcela Maciel. As bordas da cidade colonial: um estudo da paisagem tombada de Ouro Preto-MG. 2012. 129 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Avaliação do Espaço Construído) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SANTOS JUNIOR, Orlando Alves; Reforma Urbana: desafios para o planejamento como práxis transformadora, In: COSTA, G.M. e MENDONÇA, J. Planejamento urbano no Brasil: trajetória e perspectivas. Belo Horizonte: Ed.C/Arte, 2008. p. 136-155.

SOUZA, Marcelo Lopes de. Mudar a Cidade; uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.560p.

REIS FILHO, Nestor Goulart. (1968) Contribuição ao Estudo da Evolução Urbana do Brasil (1500-1720), São Paulo, Livraria Pioneira Editora.

TURRI, Eugenio. A paisagem como teatro. In: SERRÃO, Adriana (Coord.). Filosofia da Paisagem: uma antologia. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2013

VILLAÇA, Flávio. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos (org.) O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: EdUSP, 1999. p. 169 – 243.

CAPÍTULO 3
A QUESTÃO NORMATIVA NA ESCALA AMBIENTAL: ÁREAS PROTEGIDAS E ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

Thaíse Sutil

Nilzo Ivo Ladwig

Birgit Harter Marques

Ana Clara Mourão Moura

Resumo

O capitulo tem como objetivo informar o leitor sobre o estado-da-arte das normativas relacionadas à questão ambiental no Brasil, mais especificamente sobre áreas protegidas e áreas de proteção ambiental. Apresenta histórico do surgimento no interesse de preservação e proteção, cita exemplos na evolução do pensamento, e apresenta a situação atual. O objetivo é apresentar um panorama sobre o que se pode fazer e o que se pode esperar das normativas na escala ambiental, com vistas a entender como elas podem incidir sobre o planejamento e gestão do Quadrilátero Ferrífero (QF). Apresenta dados do QF no que se refere às Unidades de Conservação de Proteção Integral e Unidades de Conservação de Uso Sustentável, comparando as áreas protegidas com a presença de cobertura vegetal, com destaque para o campo rupestre e a florestas (Mata Atlântica).

Introdução

Quando se aborda a questão do Quadrilátero Ferrífero, é importante destacar a questão ambiental, pois trata-se de uma área de conflitos de interesse entre preservação, conservação e expansão de atividades, sobretudo de mineração e uso urbano. A área é marcada por expressivo potencial ambiental, associado a recursos hídricos e cobertura vegetal, mas também à composição geográfica de suas paisagens notáveis, compostas por serras, vales, picos e mirantes naturais.

Cabe, portanto, apresentar ao leitor, da mesma forma que se apresentou a evolução e o estado-da-arte sobre as normativas que incidem sobre a paisagem urbana, também os recursos que podem apoiar a questão ambiental.

O estabelecimento de áreas protegidas é o principal instrumento de conservação da biodiversidade, sendo que no século XX esta forma de conservação se tornou popular (FÉLIX; FONTFALLAND, 2021). O aumento significativo no número de áreas protegidas está relacionado ao crescimento da população humana, aos impactos sobre os recursos naturais do planeta e também às organizações interna-

cionais.

A proteção legal de áreas no Brasil é consequência dos eventos e acordos internacionais relacionados e que tem por finalidade a conservação e preservação de ecossistemas e biomas (MARIA; BRITO; CHAVES, 2021). A criação de tais áreas em grande volume só foi possível a partir do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) criado no ano 2000 (FÉLIX e FONTFALLAND, 2021; OTT e DUARTE, 2021). No SNUC existem dois grupos de unidades de conservação (UCs): as áreas de Proteção Integral e as de Uso Sustentável. A diferença principal desses grupos se dá no grau de exploração dos recursos permitido no interior dessas áreas, pois no primeiro não é permitida utilização e no segundo é permitido certo nível de utilização de seus recursos (FÉLIX; FONTFALLAND, 2021).

Quando se trata de números, a categoria com maior expressividade em termos de área é Área de Proteção Ambiental. Segundo o CNUC (2022), elas ocupam cerca de 1.301.058,98 km^2 do território nacional. É a única categoria que permite, sem grandes restrições, a existência de terras públicas e privadas, além de admitir o desenvolvimento de uma gama extensa de atividades. Os seus objetivos básicos são a proteção da diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Após a implantação de uma APA, é necessário que até o quinto ano de sua criação ser estabelecido um plano de manejo, que se caracteriza como o principal instrumento de gestão do território protegido. O alicerce do plano de manejo é o zoneamento, pois é ele que estabelece as diferentes zonas, ou seja, onde será permitido cada atividade na unidade.

As APAs precisam que o planejamento, e assim consequentemente o zoneamento, considerem a sua pluralidade, necessitando de uma gestão compartilhada, com ampla participação de moradores e usuários, que apresentam uma ligação com esse território, direta ou indiretamente (SILVA, 2022).

No Brasil, a partir do Estatuto da Terra, em 1964, o zoneamento passou a ser empregado também no meio rural. O zoneamento em UCs surgiu no contexto internacional em 1970, a partir do trabalho de Kenton Miller (WWF-BRASIL, 2015), e no Brasil, em 1981, com a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), que estabeleceu seu uso como instrumento de planejamento ambiental (BRASIL, 1981).

O zoneamento em UCs, por muitos anos, ignorou as realidades sociais, mas a presença humana sempre foi a chave na definição das diferentes zonas de manejo de uma área protegida. Assim, o zoneamento é uma tarefa que obrigatoriamente precisa ser participativa (MILLER, 2001; AMEND et al., 2002). O sucesso do plano de zoneamento é garantido pela realização adequada da consulta pública durante

o seu desenvolvimento, sendo que as definições do zoneamento devem ser discutidas pelas partes afetadas no território (AMEND et al., 2002; THOMAS; MIDDLETON, 2003).

Na publicação "Lições Aprendidas sobre Zoneamento em Unidades de Conservação do World Wide Fund For Nature – Brasil" (WWF-BRASIL, 2015), são relatadas experiências de zoneamento em UCs. Todos os relatos expressam dificuldades em razão da falta de conhecimento sobre a área e a baixa participação dos atores. Ressalta-se, também, que todas as metodologias indicadas trabalham com sobreposição de mapas impressos, ainda de maneira analógica.

A abordagem utilizada hoje para zoneamento no Brasil tem como um dos pressupostos básicos a ideia de Warren Henry Manning (1860-1938). Manning é conhecido por ter desenvolvido o método de sobreposição de mapas na década de 1910, sendo que a primeira aplicação utilizada por ele foi no plano do Central Park, em New York (EUA). Manning desenvolveu um método de sobreposição de mapas com uma mesa de luz e sintetizou informações de 356 mapas analógicos para desenvolver um plano nacional de paisagem, a fim de encontrar áreas com potencial para urbanização e para criação de parques nacionais. O trabalho de Manning foi publicado em 1923, pela "Landscape Architecture" (STEINITZ, 2012).

Enquanto o trabalho de Manning se consolidava, Ian McHarg (1920 - 2001) acabava de nascer. O arquiteto paisagista e professor da Universidade da Pensilvânia publicou, em 1969, a obra "Design With Nature", que pode ser considerada a percursora do Geodesign, em que apresentava o valor de projetar com a natureza uma técnica baseada em referência espacial. Essa técnica foi possivelmente baseada nos trabalhos de Manning, na ideia de sobrepor e observar as camadas temáticas de informações geográficas, para avaliar a aptidão da terra (MCHARG, 1969; MILLER, 2012; STEINITZ, 2012). McHarg foi um dos primeiros a defender uma abordagem de planejamento ambiental multidisciplinar, buscando superar o paradigma de um planejamento ambiental essencialmente unilateral e com valores singulares (MILLER, 2012).

Das Áreas Protegidas (APs) às Áreas de Proteção Ambiental (APAs)

As Áreas Protegidas são um instrumento importante de conservação socioambiental mundialmente difundidas. Elas vêm sendo utilizadas como essa finalidade desde o século XVII, mas só no século XX é que foram popularizadas. A função das áreas protegidas e o seu papel na sociedade mudaram ao longo dos anos, mas basicamente esses espaços são uma resposta cultural às ameaças sofridas pela natureza. Atualmente, as áreas protegidas são um componente essencial das estratégias de conservação da biodiversidade e uso sustentável dos recursos naturais em todo o mundo (WATSON et al., 2014).

O aumento significativo do número de áreas protegidas está relacionado ao crescimento da população humana, aos impactos sobre os recursos naturais do planeta e também às organizações internacionais, como a IUCN (International Union for Conservation of Nature). Em 2020 foi apresentado o Relatório Planeta Protegido, que demostrou que existem 265 mil áreas protegidas no mundo, ocupando 22,5 milhões de km² (16,64%) dos ecossistemas terrestres e 28,1 milhões de km² (7,74%) dos oceanos (IUCN, 2021).

No Brasil, assim como no restante do mundo, houve um aumento significativo do número de UCs estabelecidas nas últimas décadas (OTT e DUARTE, 2021). Este incremento está relacionado, em grande parte, à criação do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) e aos percentuais instituídos pelas "Metas de Aichi" (Nagoya, Japão, 2010), um acordo internacional estabelecido para a conservação da diversidade biológica (PRATES; IRVING, 2015).

Considerando a importância e a evolução das áreas protegidas, este capítulo busca contribuir para a compreensão histórica das áreas protegidas em nível mundial e nacional. Dentro deste contexto, foi realizado também um recorte específico sobre as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), uma vez que, segundo o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), elas são as mais representativas em termos de área (68,78%) e quantidade (22,42%).

A abordagem sobre normativas urbanas no Brasil, tanto em seu aspecto histórico como as limitações apresentadas, foram discutidas em capítulo próprio no presente livro. Sabe-se que o Estatuto da Cidade instituiu que os Planos Diretores devem ter caráter municipal, considerando as áreas rurais e urbanas, mas observa-se na prática uma significativa dissociação entre esses ambientes e planos de caráter exclusivamente urbano, salvo a definição de áreas de interesse da expansão urbana.

Caberia então perguntar, para além das normativas de cunho urbano, com que instrumentos o planejador pode contar para garantir alguma qualidade para a paisagem, sendo já de conhecimento que no Brasil não são elaborados Planos Paisagísticos ou em escala semelhante. Nesse sentido, é uma contribuição apresentar o estado-da-arte no que tange às normativas ambientais, para a compreensão do escopo de possibilidades na escala de áreas de interesse de proteção.

O objetivo do capítulo é apresentar a evolução dos aspectos históricos, definições e classificações das áreas protegidas e das áreas de proteção ambiental (AP e APAs), em um contexto internacional e nacional. O embasamento metodológico é uma pesquisa de caráter exploratório, adotando como procedimento uma pesquisa documental e bibliográfica (PRODANOV; FREITAS, 2013). São apresentados, sobretudo, discussões que contribuem para a compreensão do histórico da

criação, definições e classificações APs e/ou APAs.

Áreas Protegidas (APs)

O estabelecimento de espaços especialmente protegidos é uma das ferramentas mais utilizadas para a conservação da natureza. Trata-se de identificar e separar algumas porções do território e limitar ali o uso da terra e dos recursos naturais (DIEGUES, 1996; BENSUSAN, 2006). Tal ação ocorre desde os primórdios do desenvolvimento das sociedades (CASTRO JÚNIOR, COUTINHO e FREITAS, 2012), crescendo após o século XVIII, quando a humanidade reconheceu a importância de reservar alguns espaços que ainda poderiam preservar condições naturais da Terra (BENSUSAN; PRATES, 2018)

No livro Conservação da Biodiversidade em áreas protegidas, Bensusan (2006) faz um questionamento sobre a origem de reservar áreas para conservação da natureza. Para a autora, a ideia de conservar a natureza nem sempre esteve presente, sendo tal decisão fruto de um contínuo questionamento da humanidade acerca das suas relações com a Terra. Para Chape, Spalding e Jenkins (2008), o desejo de proteger e reverenciar determinadas áreas é tão antigo quanto a espécie humana, mas se tornou importante com o aumento do impacto humano sobre o planeta. Há milhares de anos, os povos protegiam espaços associados a animais sagrados, água, plantas, matéria-prima, mitos e ocorrências históricas (MILLER, 1997).

Assim como a autora Bensusan (2006) na redação do texto, a expressão "áreas protegidas" foi utilizada como um conjunto mais amplo de espaços geográficos protegidos que inclusive abrange as unidades de conservação.

A criação de áreas protegidas tem, pelo menos, duas motivações: a conservação dos recursos naturais e a preservação de lugares sagrados e paisagens sublimes (BENSUSAN, 2006; DELFINO, 2017). A primeira motivação evidencia-se, historicamente, com a criação de florestas sagradas na Rússia, onde a presença humana era proibida (DAVENPORT; RAO, 2002). Já a segunda motivação remonta às reservas reais de caça, as quais aparecem nos registros históricos assírios de 700 a. C (BENSUSAN, 2006). Uma outra referência histórica de áreas protegidas com objetivo de caça vem da Índia, o imperador Ashoka ordenou a proteção de alguns animais e áreas florestadas (MILLER, 1997; PUREZA; PELLIN; PADUA, 2015). Neste sentido, povos de outras regiões da Ásia, além da África, Oceania e América, também buscaram proteger alguns espaços (MARETTI et al., 2015; MILLER, 1997).

No entanto, apenas na segunda metade do século XIX surgiu a ideia de definir espaços para a conservação de paisagens naturais, quando se iniciou um forte apelo sobrenatural e até mesmo religioso (BENSUSAN, 2006; DELFINO, 2017). Se-

gundo Pureza, Pellin e Padua (2015), a Reserva Florestal mais antiga criada por lei com fins específicos de conservação foi a Reserva de Tobago, nas ilhas de Trinidad e Tobago, no Caribe, em 1776.

Para Diegues (1996), Miller (1997), Brito (2000), Morsello (2001), Bensusan (2006), Araujo (2007), Chape, Spalding e Jenkins (2008), Castro Júnior, Coutinho e Freitas (2012), Delfino (2017) e Ott e Duarte (2021), a primeira área protegia com fins ambientais a surgir no mundo foi o Parque Nacional de Yellowstone, no ano de 1872, localizado nos Estados norte-americanos de Wyoming, Idaho e Montana. Brito (2000) ressalta, ademais, que a definição do conceito de parque nesses moldes já havia sido esboçada em 1830 por George Catlin. Em relação à ideia dos autores citados acima, Wurts (2013) afirma que a primeira área protegida com fins ambientais foi nas montanhas Bogd Khan Uul, localizadas na Mongólia, em 1778, sendo assim a mais antiga.

Destarte a maioria das áreas naturais protegidas criadas em meados do século XIX, inclusive o Parque Nacional de Yellowstone, elas traziam consigo a ideia de natureza selvagem e inabitada (DIEGUES, 1996). No ato de criação do Parque de Yellowstone, o Congresso estadunidense determinou que a área fosse proibida de ser colonizada, ocupada ou vendida, de modo que o ser humano ali seria apenas um visitante. Em razão disso, até hoje, é possível identificar conflitos gerados pela desapropriação de áreas protegidas, muitas vezes sem considerar que essas áreas nunca são desabitadas, sendo que no caso de Yellowstone esse território pertencia aos indígenas Crow, Blackfeet e Shosshone-Bannock (DIEGUES, 1996; BENSUSAN, 2006).

Logo, parques nesse modelo viraram tendência e se disseminaram pelo mundo: em 1885, no Canadá; em 1898, na África do Sul e Austrália; em 1894, no México; em 1903, na Argentina e em 1926, no Chile (BENSUSAN, 2006).

Na Europa, praticamente na mesma época de Yellowstone, surgiu outro modelo de área protegida, dessa vez com iniciativa da sociedade civil, objetivando conservar os hábitats naturais contra as transformações agressivas ocorridas na paisagem, em consequência da Revolução Industrial (MORSELLO, 2001). Assim, em termos teóricos, a criação dessas duas áreas, simbolicamente, marca também a construção de duas visões de conservação do mundo natural: o "Conservacionismo dos recursos naturais" e o "Preservacionismo" (DIEGUES, 1996; FRANCO et al., 2016).

Félix e Fontgalland (2021) buscam compreender a origem social dessas duas visões de conservação e atribuem a criação do Parque Nacional de Yellowstone a influência de alguns movimentos, entre eles o movimento transcendentalismo romântico, tendo como criadores George Clatin (1796 - 1872) e Henry David Thoreau

(1817-1862), que contribuíram para o "modelo preservacionista". Nesse mesmo período outro movimento se destacava, impulsionado pelo desenvolvimento das Ciências Naturais, com as contribuições de autores como Carl Von Linné (1707 – 1778), Charles Darwin (1809 – 1882) e Alfred Russel Wallace (1823 - 1913), servindo assim de base teórica para o modelo "conservacionista".

Segundo Diegues (1994) e Morsello (2001), a criação de Yellowstone foi o resultado de ideias preservacionistas. O conservacionismo defendia o uso racional dos recursos naturais, em que a conservação deveria ser baseada em três princípios: o uso dos recursos naturais pela geração presente, a prevenção do desperdício e o uso dos recursos naturais para o benefício da maioria dos cidadãos. Já os preservacionistas faziam uma referência à natureza no sentido da apreciação estética e espiritual da vida selvagem, com a pretensão de defender a natureza contra o desenvolvimento moderno, industrial e urbano (MORSELLO, 2001).

As Primeiras Definições de Áreas Protegidas

Com o passar do tempo, cientistas e ambientalistas compreenderam que a conservação da natureza por meio da criação de parques e áreas protegidas seria uma forma eficiente de proteção ambiental e assim a questão ganhou dimensão internacional (FÉLIX; FONTGALLAND, 2021). Porém, até as primeiras décadas do século XX, as terminologias utilizadas para nomear as áreas protegidas não tinham um padrão (ARAUJO, 2007).

A primeira iniciativa de padronização foi realizada na Convenção para Preservação da Flora e Fauna, em Londres, no ano de 1933, na qual foram propostas quatro categorias para as áreas protegidas: parque nacional, reserva natural restrita, reserva de fauna e flora e reserva com proibição de coleta e de caça (BRITO, 2000; MORSELLO, 2001; ARAUJO, 2007). A instituição de parques nacionais por todo o mundo foi uma das recomendações da Convenção, como modelo de preservação (PUREZA; PELLIN; PADUA; 2015). Desde então, várias convenções internacionais ocorreram na busca da proteção da flora e da fauna em regiões específicas do mundo (MORSELLO, 2001).

Em 1940 ocorreu em Washington a Convenção para a Proteção da Flora, da Fauna e das Belezas Cênicas dos Países da América, conhecida como Convenção Pan-Americana, onde foram adotadas quatro categorias de áreas protegidas: Parques Nacionais, Reservas Nacionais, Monumentos Naturais e Reserva de Regiões Virgens (ARAUJO, 2007; PUREZA; PELLIN; PADUA, 2015).

Em 1948, o governo francês e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) organizaram um congresso com objetivo de obter cooperação internacional para áreas protegidas, criando a União Mundial

para a Conservação da Natureza (IUCN – International Union for Conservation of Nature), hoje denominada como União Mundial para a Natureza, com a mesma sigla (BRITO, 2000; MORSELLO, 2001; BENSUSAN, 2006; FRANCO et al., 2016; PUREZA, PELLIN e PADUA, 2015).

A IUCN define área protegidas como: "espaço geográfico claramente definido, reconhecido, com objetivo específico e manejado por meios eficazes, sejam jurídicos ou de outra natureza, para alcançar a conservação da natureza no longo prazo, com serviços ecossistêmicos e valores culturais associados" (DUDLEY, 2008, p.8). Após a criação da IUCN, o Congresso Mundial de Parques da IUCN foi convocado seis vezes em intervalos de dez anos desde 1962 (MORSELLO, 2001) (Quadro 1).

Congresso	Tema	Objetivo
1962 - Seattle, EUA	Os Parques Nacionais possuem significado internacional	Definições e padrões para sistemas representativos conduzindo para a lista de áreas protegidas
1972 - Parque Nacional de Yellowstone, EUA	Parques Nacionais para o futuro	Conservação de ecossistemas, origem do patrimônio mundial e convenção das terras úmidas.
1982 - Bali, Indonésia	O papel das Áreas Protegidas na sustentação da sociedade	Áreas protegidas em desenvolvimento sustentável, e assistência no desenvolvimento de áreas protegidas.
1992 - Caracas, Venezuela	Parques para a vida	Mudança global e áreas protegidas, categorias e efetivo gerenciamento nas áreas protegidas.
2003 - Durban, África do Sul	Benefícios além da fronteira	Governança, finança sustentável, capacidade de desenvolvimento de áreas protegidas.
2014 - Sydney, Austrália	Parques, pessoas, planeta: inspirando soluções	Posicionar as áreas protegidas dentro das metas globais de bem-estar econômico e comunitário no mundo.

Quadro 1 - Histórico dos Congressos Mundiais de Parques da IUCN. Fonte: Pureza, Pellin e Padua (2015) e IUCN (2019).

Desta forma, um grande aparato de definições, categorias e nomenclaturas dessas áreas foram criadas (MORSELLO, 2001; ARAUJO, 2007). O primeiro sistema de categoria de áreas protegidas a nível internacional só foi criado em 1978, o qual reconhecia dez categorias distintas de áreas protegidas. Porém, logo tal proposta apresentou algumas limitações, como uma definição ampla do que seria uma área protegida e distinção entre as categorias nem sempre clara (MAGALHÃES, 2017).

Apesar do sistema de 1978, ainda se sentiu a necessidade de aprimorar a classificação. Por isso, após o 3º Congresso Mundial de Parques, na Venezuela, em 1992, o sistema de classificação passou a ser divido em seis categorias, em que a definição estaria baseada nos objetivos de manejo (MORSELLO, 2001; ARAUJO, 2007; MARETTI et al., 2015). Assim, o sistema de 1978 foi substituído em 1994 com a publicação de diretrizes por parte da IUCN, as quais estabelecem a definição de

Áreas Protegidas, que passaram a ter como objetivo central a proteção e manutenção da biodiversidade. O sistema de 1994 era constituído de seis categorias, que foram atualizadas com a publicação do "Guidelines for Appling Protected Area Management Categories" pela IUCN, em 2008 (MAGALHÃES, 2017).

O sistema atual conta com as seguintes seis categorias distintas: *Ia - Strict Nature Reserve; Ib – Wilderness Area; II – National Park; III – Natural Monuments or Feature; IV – Habitat/ Species Management Area; V – Protected Landscape/ Seascape; VI – Protected Area with Sustainnable Use of Natural Resourses* (DUDLEY, 2008) (Quadro 2). O sistema busca identificar algumas caraterísticas das áreas protegidas, tais como: o tamanho, o grau de alteração da paisagem, se a área é pública ou privada e se possui uma ocupação ou intervenção humana (MARETTI et al., 2015; GONÇALVES, 2020).

Categorias	Definição e Função
Categoria Ia	Reserva natural estrita – área natural protegida, que possui algum ecossistema excepcional ou representativo, características geológicas ou fisiológicas e/ou espécies disponíveis para pesquisa científica e/ou monitoramento ambiental.
Categoria Ib	Área de vida selvagem – área com suas características naturais pouco ou nada modificadas, sem habitações permanentes ou significativas, que é protegida e manejada para preservar sua condição natural.
Categoria II	Parque nacional – área designada para proteger a integridade ecológica de um ou mais ecossistemas para presente e as futuras gerações e para fornecer oportunidades recreativas, educacionais, científicas e espirituais ou significância cultural.
Categoria III	Monumento natural – área contendo elementos naturais, eventualmente associados com componentes culturais, específicos, valor excepcional ou única dada sua raridade, representativa, qualidade estéticas ou significância cultural.
Categoria IV	Área de manejo de hábitat e espécies – área sujeita à ativa intervenção para o manejo, com finalidade de assegurar a manutenção de hábitats que garantam as necessidades de determinadas espécies.
Categoria V	Paisagem protegida – área onde a interação entre as pessoas e a natureza ao longo do tempo produziu uma paisagem características distintas com valores estéticos, ecológicos e/ou culturais significativos e, em geral, com alta diversidade biológica.
Categoria VI	Área protegida para manejo dos recursos naturais – área abrangendo predominantemente sistemas naturais não modificados, manejados para assegurar proteção e manutenção da biodiversidade, fornecendo, concomitantemente, um fluxo sustentável de produtos naturais e serviços que atenda às necessidades das comunidades.

Quadro 2 - Definição, categorias e funções das áreas protegidas reconhecidas pela IUCN, 1994. Fonte: Bensusan (2006).

As nomenclaturas estabelecidas pela IUCN são para uso internacional. Cada país ou região do mundo possui formas diferentes de identificar e designar as áreas protegidas (BORRINI-FEYERABEND et al., 2017; OTT; DUARTE, 2021).

Segundo Phillips (2002) e Delfino (2017), as categorias de "Ia" até "IV" estão de acordo com o que ficou conhecido como modelo clássico de áreas protegidas, o qual surgiu com a criação Parque Nacional de Yellowstone, conhecido também como modelo preservacionista, bastante criticado por gerar reassentamentos involuntários e impactos para as populações locais, principalmente aquelas que são mais vulneráveis e marginalizadas (PHILLIPS, 2002).

Já as categorias "V" e "VI" têm características que se alinham com o que ficou conhecido como o "novo paradigma", que surge fazendo um contraponto ao modelo tradicional (DELFINO, 2017). As duas categorias são consideradas menos restritivas, buscando uma integração entre as pessoas e a natureza, encaixando-se no modelo conhecido como conservacionista (PHILLIPS, 2002). Vale destacar que o Brasil exerceu um papel fundamental para a criação da Categoria "VI" em função

do histórico com Reservas Extrativistas (MARETTI et al., 2015; PUREZA; PELLIN; PADUA, 2015).

Áreas Protegidas no Brasil

No Brasil, os indígenas Caiapós, que habitavam as margens do Rio Xingu, protegiam as áreas de florestas próximas aos seus cultivos como forma de controlar os predadores e criar corredores biológicos, facilitando o reflorestamento de campos antigos (POSEY, 1988 apud MILLER, 1997).

Em oposição à ideia de que os indígenas foram os primeiros a realizarem ações de proteção ambiental no Brasil, Medeiros (2006), Pureza, Pellin e Pádua (2015) atribuem as primeiras iniciativas de proteção de áreas ou recursos naturais ao período colonial. De acordo com os autores, em 1605 foi editado o Regimento do Pau-Brasil, no qual era possível observar uma preocupação com a conservação da espécie, podendo ser considerado a primeira lei de proteção florestal brasileira (LEUZINGUER, 2007).

Na década de 1760, D. Pedro II ordenou a desapropriação de áreas específicas no Rio de Janeiro para replantio de árvores em razão da preocupação com a oferta de água e o aparecimento de pragas nas lavouras de café (MEDEIROS, 2006). Em 1776, as Cartas Régis declaravam que todas as matas e árvores eram de posse da Coroa.

A atenção com as espécies nativas e com a cobertura florestal antecede o período imperial e estava relacionada também a proteção de mananciais hídricos. Assim, em 1861, foram estabelecidas as Florestas da Tijuca e das Paineiras (LEUZINGUER, 2007; PUREZA; PELLIN e PADUA, 2015).

A primeira proposta de criação de uma área protegida no território brasileiro foi elaborada em 1876, por André Rebouças, o qual propôs a criação dos Parques Nacionais de Sete Quedas e da Ilha do Bananal, seguindo o molde norte-americano de parques (URBAN, 1998, apud BENSUSAN, 2006; BRITO, 2000). Brito (2003), Araújo (2007) e Bensusan (2014) ressaltam a importância de José Bonifácio de Andrade no combate à exploração predatória dos recursos naturais durante o Império. Ressalta-se que o Parque Nacional de Sete Quedas só foi criado em 1961 e extinto em 1980 para dar lugar a construção de hidrelétricas (PÁDUA, 1997). Já o Parque Nacional da Ilha do Bananal nunca foi criado (PUREZA, PELLIN e PADUA, 2015).

O Horto Botânico de São Paulo, mais tarde denominado de Parque Estadual Alberto Löfgren, foi criado em 1896, sendo considerado o primeiro Parque brasileiro (PÁDUA, 1997; CASTRO e TAMAIO, 1999). Entretanto, os mesmos autores, assim como Bensusan (2006) e Delfino (2017), afirmam que a área protegida considerada

como marco na história nacional é o Parque Nacional de Itatiaia, criado em 1937 no estado do Rio de Janeiro, que tinha como objetivo atender a pesquisas científicas e proporcionar o lazer para as populações urbanas. Neste sentido, as primeiras áreas protegidas brasileiras foram criadas a partir de uma visão preservacionista, corrente que pressupõe a proteção integral de determinadas áreas.

A preocupação com a gestão florestal no país ficou clara com a criação do Serviço Florestal do Brasil, em 1921, sendo uma seção especial dentro do Ministério da Agricultura, com objetivo voltado para conservação, reconstituição, formação e aproveitamento das florestas (ARAUJO, 2007). Em 1959, o órgão foi fechado, instituindo-se o Departamento de Recursos Naturais Renováveis (DRNR) (PUREZA, PELLIN e PADUA, 2015).

O Código Florestal de 1934 (Decreto nº 23.793/1934) foi o primeiro instrumento a estabelecer tipologias de áreas protegidas, subdividindo-as em três categorias: Florestas remanescentes, que visavam à criação de Parques; Florestas modelo e de rendimento, que correspondiam às Florestas Nacionais; e Florestas Protetoras, que tinham por objetivo a proteção das águas, fixação das dunas, entre outros, semelhantes a instrumento futuro de Área de Preservação Permanente. Isto é, o código de 1934 cria tanto uma tipologia orientada exclusivamente à proteção quanto uma tipologia orientada ao uso (BRITO, 2002; BENSUSAN, 2006; DELFINO, 2017).

Entre 1937 e 1961 foram criadas 19 unidades de conservação no país, além de outros tipos de áreas protegidas inexistentes no Código Florestal da época. As primeiras unidades de conservação do Brasil foram estabelecidas sem critérios técnicos e científicos, priorizando as belezas cênicas ou até mesmo o oportunismo político (PÁDUA, 1997). Contudo, muitas das unidades de conservação criadas neste período estão localizadas na Mata Atlântica, sendo classificadas como proteção integral, contribuindo com a preservação do bioma (CASTRO JÚNIOR, COUTINHO e FREITAS, 2012).

Para Medeiros, Irving e Garay (2004), uma das heranças mais importantes do Código Florestal de 1934 foi a criação de espaços protegidos seguindo a lógica da categorização em função dos objetivos e finalidades da área criada. Delfino (2017), enfatiza que essa caraterística é a gênese do modelo brasileiro, marcado pela influência tanto do modelo norte-americano de criação de Parques Nacionais como Yellowstone, quanto pela tradição europeia de criação de áreas protegidas orientadas ao uso sustentável dos recursos naturais.

Castro Júnior, Coutinho e Freitas (2012) ressaltam que, apesar das semelhanças entre com o modelo norte-americano e o brasileiro, nos Estados Unidos as áreas protegidas estavam longe da ocupação (ressalta-se a existência de indígenas).

No Brasil, essas áreas ficavam próximas às atividades antrópicas e às grandes concentrações populacionais, o que, de certa forma, contribuiu para a existência de conflitos socioambientais.

Em 1965, um novo Código Florestal foi criado, ampliando as categorias das unidades de conservação. Além dos parques e florestas nacionais, surgiram as reservas biológicas, estações e reservas ecológicas, as áreas de proteção ambiental, além dos parques de caça (LEUZINGUER; 2007; CASTRO JÚNIOR, COUTINHO e FREITAS, 2012).

A dualidade observada no Código de 1934 se mantém no Código de 1965, uma vez que foi definido que nos parques nacionais e nas reservas biológicas não seria permitida a exploração dos recursos naturais, enquanto nas demais categorias, os recursos poderiam ser explorados (BRITO, 2003; LEUZINGUER; 2007).

Nas décadas seguintes, novas categorias foram criadas, sempre mantendo os dois modelos de áreas protegidas. A lei de proteção de animais de 1967 traz a categoria Reserva Biológica Nacional e os Parques de Caça Nacional. Em 1981, surge a Estação Ecológica e a Área de Proteção Ambiental, e em 1984, a Reserva Ecológica e Área de Relevante Interesse Ecológico (DELFINO, 2017).

Buscando uma forma de administrar as unidades de conservação nacionais, em 1967 foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) (MEDEIROS, 2006). Contudo, tais funções passaram para a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) em 1973 e, posteriormente, em 1989 ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (BENSUSAN e PRATES, 2018).

Durante a década de 1980 foi lançada a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e, por meio dela, surgiu o Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama) e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), trazendo um significativo avanço para o desenvolvimento e implementação de ações ambientais no país (LEUZINGER, 2007).

Na Constituição Federal de 1998, o país passou a ter um capítulo específico sobre a política ambiental que afirma: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, Art. 225).

A partir dessa base constitucional, o país concebeu um Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), ou seja, de áreas protegidas. O processo de elaboração do sistema durou mais de dez anos e gerou uma série de conflitos entre

os ambientalistas (LEUZINGER, 2007; BENSUSAN e PRATES, 2018).

Os conflitos decorrentes da criação do SNUC estavam pautados na dificuldade de definir os objetivos do sistema, assim como das categorias de uso, uma vez que duas visões opostas entravam em embate. Segundo Mercadante (2001), em um primeiro momento as propostas tendiam para o "modelo preservacionista", mas ao chegar ao Congresso Nacional, o deputado Fábio Feldmann, amparado pelas discussões do "novo paradigma" de áreas protegidas, acrescentou como objetivo do SNUC a valorização econômica e social da diversidade biológica, trazendo a ideia de proteger e encorajar o uso de recursos biológicos, de acordo com práticas culturais tradicionais compatíveis com as exigências de conservação e uso sustentável.

Como resultado, a Lei n.º 9.985/2000 criada em 18 de julho, foi uma tentativa de conciliação entre as duas visões distintas, o que não agradou inteiramente nenhuma das partes, mas significou um avanço importante na construção de um sistema democrático de áreas protegidas no país (BENSUSAN, 2006).

Desde então, o SNUC regulamenta a criação, implementação e gestão das unidades de conservação ambiental (UCs) no país, sejam federais, estaduais ou municipais. Tal sistema estabeleceu 12 categorias de UCs, divididas em dois grupos: as de proteção integral e as de uso sustentável (Quadro 3).

As categorias do primeiro grupo têm como premissa básica preservar a natureza, não sendo permitido o uso direto dos seus recursos naturais, enquanto que as do segundo as do segundo têm como principal objetivo a compatibilização entre a proteção da natureza e o uso sustentável de parcela dos recursos ambientais (SIMÃO NETO, 2017). O SNUC, além de regularizar os critérios necessários para a criação das UCs, categorias de manejo e objetivos, conseguiu unir em um único documento vários instrumentos legais que antes estavam dispersos.

Segundo Ott e Duarte (2021), o SNUC definiu que a gestão das UCs brasileiras pode ocorrer nas três esferas administrativas (federais, estaduais ou municipais), incluindo as Reservas Particulares do Patrimônio Natural, as quais tem domínio privado, mas são chanceladas pelo Estado.

Comparando as categorias de manejo das unidades de conservação no Brasil com as categorias da IUCN conclui-se, de maneira geral, que a proposta nacional está em consonância com o proposto em nível internacional, apesar de o SNUC não contemplar a categoria "Ib" (Área Silvestre) (Quadro 4). No entanto, fica clara a discrepância entre as nomenclaturas sem correspondência plena com a nomenclatura definida pela IUCN, característica comum entre os países da América Central, Caribe e América Latina (PELLIZZARO et al., 2015).

Modalidade	Categoria	Definição
Unidades de proteção integral	Estação Ecológica	Área destinada à preservação da natureza e à realização de pesquisas científicas, podendo ser visitadas apenas com o objetivo educacional.
	Reserva Biológica	Área destinada à preservação da diversidade biológica, na qual as únicas interferências diretas permitidas são a realização de medidas de recuperação de ecossistemas alterados e ações de manejo para recuperar o equilíbrio natural e preservar a diversidade biológica, podendo ser visitadas apenas com o objetivo educacional.
	Parque Nacional	Área destinada à preservação dos ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica. O parque é a categoria que possibilita uma maior interação entre o visitante e a natureza, pois permite o desenvolvimento de atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental, além de permitir a realização de pesquisas científicas.
	Monumento Natural	Área destinada à preservação de lugares singulares, raros e de grande beleza cênica, permitindo diversas atividades de visitação. Essa categoria de UC pode ser constituída de áreas particulares, desde que as atividades realizadas nessas áreas sejam compatíveis com os objetivos da UC.
	Refúgio da Vida Silvestre	Área destinada à proteção de ambientes naturais, no qual se objetiva assegurar condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna. Permite diversas atividades de visitação e a existência de áreas particulares, assim como no monumento natural.
Unidades de Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	Área dotada de atributos naturais, estéticos e culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Geralmente, é uma área extensa, com o objetivo de proteger a diversidade biológica, ordenar o processo de ocupação humana e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. É constituída por terras públicas e privadas.
	Área de Relevante Interesse Ecológico	Área com o objetivo de preservar os ecossistemas naturais de importância regional ou local. Geralmente, é uma área de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana e com características naturais singulares. É constituída por terras públicas e privadas.
	Floresta Nacional	Área com cobertura florestal onde predominam espécies nativas, visando o uso sustentável e diversificado dos recursos florestais e a pesquisa científica. É admitida a permanência de populações tradicionais que a habitam desde sua criação.
	Reserva Extrativista	Área natural utilizada por populações extrativistas tradicionais onde exercem suas atividades baseadas no extrativismo, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais existentes e a proteção dos meios de vida e da cultura dessas populações. Permite visitação pública e pesquisa científica.
	Reserva de Fauna	Área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas; adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Área natural onde vivem populações tradicionais que se baseiam em sistemas sustentáveis de exploração de recursos naturais desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais. Permite visitação pública e pesquisa científica.
	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Área privada com o objetivo de conservar a diversidade biológica, permitida a pesquisa científica e a visitação turística, recreativa e educacional. É criada por iniciativa do proprietário, que pode ser apoiado por órgãos integrantes do SNUC na gestão da UC.

Quadro 3 - Categorias de UCs segundo o SNUC. Fonte: SNUC (2000).

SNUC	IUCN
Estação Ecológica	Categoria Ia
Reserva Biológica	Categoria Ia
Parque Nacional	Categoria II
Área de Proteção Ambiental	Categoria V
Área de Relevante Interesse Ecológico	Categoria V
Floresta Nacional	Categoria IV
Reserva Extrativista	Categoria IV
Reserva de Fauna	Categoria IV
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Categoria VI
Reserva Particular do Patrimônio Natural	Categoria VI

Quadro 4 - Classificação do SNUC e da IUCN. Fonte: Pellizzaro et al. (2015).

Segundo os dados do CNUC (2022), em fevereiro de 2022 existiam 778 unidades de proteção integral, somando 663.666,17 km², o que representava 7,79% do território nacional. As unidades de uso sustentável, por sua vez, representavam 22,19% do território nacional, com 1702 unidades, em 1.890.710,67 km² (Tabela 1).

Modalidade	Categoria	Nº	Área (km²)
Proteção Integral	Estação Ecológica	98	119.775,01
	Reserva Biológica	67	56.250,28
	Parque Nacional	490	364.377,52
	Monumento Natural	63	116.520,65
	Refúgio da Vida Silvestre	80	6.742,71
	Total	778	663.666,17
Uso sustentável	Área de Proteção Ambiental	381	1.300.142,62
	Área de Relevante Interesse Ecológico	61	1.174,56
	Floresta Nacional	108	314.010,40
	Reserva Extrativista	96	156.899,78
	Reserva de Fauna	0	0
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	39	112.446,79
	Reserva Particular do Patrimônio Natural	1017	6.036,52
	Total	1702	1.890.710,67

Tabela 1 - Situação das UCs no Brasil em fevereiro de 2022. Fonte: MMA e CNUC (2022).

As políticas públicas mais relacionadas às áreas protegidas nos últimos anos foram a aprovação do Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP) em 2006, elaborado em resposta ao compromisso que o país firmou junto à Convenção da Diversidade Biológico da Organização das Nações Unidas (ONU) (BRASIL, 2006) e a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), em 2007, sendo o responsável pela gestão das UCs (VALENCIO et al., 2009; CASTRO JÚNIOR, COUTINHO e FREITAS, 2012).

Delfino (2017) ressalta a importância no PNAP ao reconhecer como áreas protegidas, além das UCs, as terras indígenas e quilombolas, reforçando assim a importância da proteção as populações tradicionais.

Áreas de Proteção Ambiental (APAs)

As APAs são as unidades de conservação brasileiras com maiores expressividades em termos de áreas e quantidade. Segundo o CNUC (2022), ocupam cerca de 1.301.058,98 km^2 do território nacional.

A criação das APAs no Brasil só foi possível a partir da década de 1980, com a instituição da Lei n.º 6.902/1987 (Decreto 88.351/1938), pela Resolução CONAMA 10/1988 e pelo decreto 99.274/1990 e sendo integrada à Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) (CÔRTE, 1997; CABRAL e SOUZA, 2002; RENTE, 2006; MACEDO, 2008; PUREZA, PELLIN e PADUA, 2015; PRESTES, PERELLO e GRUBER, 2018).

Segundo Nogueira-Neto (2001), Macedo (2008) e Pureza, Pellin e Pádua (2015), as APAs brasileiras foram inspiradas nos parques naturais franceses e portugueses, sendo que a ideia foi trazida por Paulo Nogueira Neto durante o governo de Ulysses Guimarães. A característica marcante desses parques serviu de inspiração com a possibilidade de conciliar conversação, população e atividades produtivas (PUREZA; PELLIN; PADUA, 2015). Assim, impactos e danos ambientais já causados pela ocupação humana poderiam ser minimizados. Essa categoria foi a primeira a permitir a afetação de terras privadas e a permanência de populações residentes (LEITE, 2015).

No SNUC, das 12 categorias existentes, a APA é a única que permite, sem grandes restrições, a existência de terras públicas e privadas, além de admitir o desenvolvimento de uma gama extensa de atividades e, conforme já mencionado, ocupação humana. Mesmo que as demais categorias permitem a existência de terras públicas e privadas, ou a ocupação por atividades econômicas, estabelecem em lei maiores restrições.

Neste sentido, Magalhães (2017) afirma que as características de uma APA permitem que sejam implementadas com menores conflitos com os residentes locais, especialmente em áreas com um grau mais avançado de ocupação e de maior valor econômico.

A criação de APAs no país está ligada à necessidade de se instituir um planejamento territorial em determinadas áreas que possuem características socioambientais que precisam ser protegidas (CABRAL e SOUZA, 2002; MACEDO, 2008), com o objetivo de "conservar a diversidade ecológica, promover o uso direto e sustentável dos recursos e disciplinar a ocupação humana, visando o estabelecimento de um processo de desenvolvimento territorial sustentável" (MACEDO, 2008, p.78).

A gestão de territórios constituídos por APAs pretende superar a dicotomia entre "conservação" e "desenvolvimento" (CÔRTE, 1997), de forma que represen-

tariam uma mudança de paradigma na conservação da biodiversidade, com a inclusão nos debates dos temas econômicos, sociais e culturais, admitindo que as populações humanas integrem este contexto (BENSUSAN, 2006; SOUZA, 2013).

Prestes, Perello e Gruber (2018) comparam as APAs às demais categorias, salientando que aquelas apresentam as seguintes flexibilidades no que diz respeito à gestão e ao uso:

a) a pesquisa científica e a visitação pública nas áreas públicas são estabelecidas pelo órgão gestor da UC, enquanto que nas áreas de propriedades privadas o proprietário é quem as regula;

b) o conselho pode ser consultivo ou deliberativo;

c) assim como as Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas e Reservas do Desenvolvimento Sustentável, o SNUC abre exceções para a presença de animais e plantas não autóctones (pessoa, animal ou planta originários do lugar em que habitam);

d) nas APAs e nas RPPNs não é necessário autorização para a exploração comercial de produtos e serviços obtidos ou desenvolvidos a partir dos recursos naturais biológicos, cênicos, culturais ou da exploração de imagem da UC;

e) é necessário licenciamento para empreendimento de significativo impacto ambiental dentro da UC ou com impacto direito;

f) não há zonas de amortecimento;

g) assim como nas RPPNs, não é necessário o licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental por Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) em área localizada numa faixa de três mil metros a partir do limite da UC.

A propriedade da terra é um dos principais fatores que diferenciam as APAs das demais UCs, pois, como relatado por Côrte (1997), Bensusan (2006) e Macedo (2008), um dos grandes desafios na implementação de uma UC é a desapropriação de terras, sendo que nas APAs se permite que as terras permaneçam com os proprietários, mesmo sendo submetidas a restrições de uso e de recursos naturais. Entretanto, essa característica também acaba gerando novos conflitos que permanecem no território das APAs.

Em relação aos conflitos encontrados no contexto das APAs, além da propriedade da terra, podem-se destacar: a falta de Planos de Manejo; a sobreposição de atribuições entre diferentes órgãos públicos responsáveis pela gestão do território e seus recursos; o conflito entre Planos Diretores Municipais e Planos de Manejo; a expansão urbana; a degradação dos recursos naturais e a contaminação dos recursos hídricos (CÔRTE, 1997; MARTINS, 2012; MARQUES e OLIVEIRA, 2012; GRANJA, 2009; MACEDO, 2008; DELFINO; 2017; PRESTES, PERELLO e GRUBER, 2018; SUTIL, 2018; JERONYMO, SILVA e FONSECA, 2021).

As APAs nem sempre são vistas como eficientes na conservação da biodiversidade, o que, consequentemente, faz com que se opte por uma categoria de UC de proteção integral quando se busca uma maior garantia de preservação (CABRAL; SOUZA, 2005; BENSUSAN, 2006; DOUROJEANNI e PÁDUA, 2007; JERONYMO, SILVA e FONSECA, 2021). Nesse sentido, alguns autores, como Rodrigues (2008), afirmam que na APA - onde qualquer atividade humana é possível, desde que prevista

no bojo da lei - não há qualquer garantia de proteção à biodiversidade.

Também Pureza, Pellin e Pádua (2015) afirmam que as APAs já são criadas revestidas de incertezas no que se refere à aplicabilidade e viabilidade no país, e questionam, inclusive, se a categoria não se tornou apenas um instrumento utilizado por governantes para a realização de propaganda política, como um mecanismo de supervalorizar os números de espaços protegidos no Brasil. Prestes, Parello e Gruber (2018) ressaltam também a questão do crescimento exagerado do número de APAs e a falsa sensação de que o território está ambientalmente protegido.

Para Bensusan (2006), as APAs, enquanto instrumentos de conservação do SNUC, refletem uma tentativa de aliança entre o princípio da conservação do meio ambiente e o desenvolvimento econômico. Assim, as APAs são consideradas, por diversos autores, uma oportunidade para se promover o desenvolvimento sustentável e territorial (MACEDO, 2008; RODRIGUES, 2008; GRANJA, 2009; MARQUES e OLIVEIRA, 2012; MARTINS, 2012; LIMA, 2013), com o potencial de se estabelecer um novo modelo de gestão focado nos atores e no território, no qual os atores sejam capazes de definirem coletivamente o destino do território (MACEDO, 2008).

Durante muitos anos no Brasil, a criação de UC foi realizada de forma impositiva pelo estado, gerando uma resistência de autores envolvidos nesses processos. Irving (2014) afirma ainda que esse processo ocorreu de forma centralizada e burocrática por muitas décadas, embasada em argumentos ecológicos, dissociados da dinâmica sociocultural e da política local. No entanto, Delfino (2017) afirma que quando os atores locais são envolvidos no processo de criação e/ou gestão, as suas mobilizações podem gerar o fortalecimento da organização comunitária e o empoderamento local. Assim, a unidade deixa de ser vista como uma área do Estado e passa a ser vista como bem e valor territorial local.

Portanto, o processo de instituição e gestão de uma APA perpassa justamente pelo reconhecimento dos diferentes atores envolvidos, suas relações com o território, os recursos que utilizam e como utilizam, bem como os conflitos que podem ser gerados pela disputa dos recursos e as territorialidades desenvolvidas (DELFINO, 2017). Hockings et al. (2006) afirmam que, de maneira geral, as áreas protegidas precisam de planejamento e gestão adequadas para enfrentarem as diversas pressões às quais estão sujeitas.

Cada APA é regida individualmente, por seu decreto de criação, e Côrte (1997) afirma que uma das dificuldades de gestão pode estar relacionada justamente à maneira pela qual são elaborados tais decretos, ora pouco específicos, ora muito restritivos. Desta maneira, a elaboração do decreto de criação de uma APA é um elemento extremamente importante, na medida em que este é o primeiro instrumento normativo a ser utilizado na gestão da área.

O SNUC determina a criação de um conselho gestor e um plano de manejo após a elaboração de uma APA. O plano de manejo deve ser composto por zoneamento, normas de uso e demais atividades de manejo dos recursos naturais, e ser elaborado num prazo máximo de cinco anos após a criação da UC. Já o conselho gestor é um colegiado com representantes do poder público e da sociedade civil, de forma paritária, com o objetivo de contribuir para a gestão da UC e garantir seu caráter participativo (BRASIL, 2000).

A realidade nacional sobre a ausência de planos de manejos em APAs fica evidente a partir dos dados disponíveis no CNUC. É possível observar que das 381 APAs que constam no cadastro, apenas 86 (22,57%) tem plano de manejo (CNUC, 2022). Inúmeras pesquisam apontam a ausência de plano de manejo nas APAs (ALBUQUERQUE; KELTING, 2011; BARROS; LEUZINGER, 2018; LOPES et al., 2018; MORAES; BERNADES, 2018; RODRIGUES, 2020; CÂMARA; SILVA, 2022).

Unidades de Conservação no Quadrilátero Ferrífero

No recorte de estudo identificado como Quadrilátero Ferrífero (QF) é composto pela soma das áreas municipais de 28 municípios, resultando em 11.676 km^2 e onde vivem 4.177.793 habitantes (IBGE, 2020). Nele estão instituídas Unidades de Conservação de Proteção Integral e Unidades de Conservação de Uso Sustentável.

As Unidades de Conservação de Proteção Integral são compostas por estação ecológica, monumento natural, parque, refúgio da vida silvestre, reserva biológica, área de preservação e área de proteção especial. As áreas somadas individualmente significam 917,5 km2, uma vez que há sobreposições, sendo a área coberta por elas de 875 km2, o que corresponde a 7,5% da área do QF. (Fig. 01).

As Unidades de Conservação de Uso Sustentável são compostas por florestas, RPPNs (Reserva particular do Patrimônio Natural) e APAs (Áreas de Proteção Ambiental). Elas correspondem a 2.453,70 km2, o que corresponde a 21% da área do QF, índice que é bastante expressivo (Fig. 02)

Somadas as áreas de Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável, resulta em 2.713,811 km2, uma vez que há sobreposições entre elas. A área corresponde a 23,24% do recorte em estudo no Quadrilátero Ferrífero. A vegetação existente é resultado de uma área de transição entre Cerrado e Mata Atlântica, com destaque para as fitofisionomias de campo rupestre e de floresta (Fig. 03). O campo rupestre ocupa área de 760 km2 e as florestas 3.194 km2, e somados eles ocupam 3.954 km2, o que corresponde a 33,86% da área. Cabe ressaltar que as manchas urbanas ocupam 789,41 km2, o que é 6,76% da área total.

Esses índices devem ser considerados com atenção. Somada a área de uni-

dades de conservação (proteção integral e uso sustentável) e de manchas urbanas, resulta em 35,26% da área de estudo. Destaca-se que 64,74% da área de estudo está descoberta por planos de planejamento e gestão da paisagem. Isto porque os Planos Diretores, embora segundo o Estatuto da Cidade (Lei 10257 de 2001) devessem contemplar todo o município, em sua grande maioria só abordam a mancha urbana e as áreas previstas para a expansão urbana. Por outro lado, as unidades de conservação que são de fato protegidas são as de proteção integral, mas as de uso sustentável já possuem também algum tipo de planejamento espacial. O que apresenta o estado de alerta é a parcela de 64,74% da área que, caso não sejam pensadas ações de planejamento e gestão da paisagem, estarão à deriva em riscos de transformações e usos não controlados. A questão justifica os estudos deste livro com foco nas Unidades de Paisagem para Planos de Paisagem.

Do conjunto de cobertura vegetal expressiva (campo rupestre e floresta), 1.427 km2, ou 36% deles, correspondem a áreas de Unidades de Conservação. Porém, 2.526,94 km2, o que são 64% da cobertura vegetal expressiva existente, não correspondem a qualquer unidade ou tipologia de proteção (Fig. 04). Sabendo que a cobertura vegetal é parte integrante e indissociável da paisagem, sobretudo no Quadrilátero Ferrífero, estudos sobre Unidades de Paisagem e a definição de potencialidades e vulnerabilidades a uso futuro são contribuições metodológicas e práticas para o planejamento em Minas Gerais.

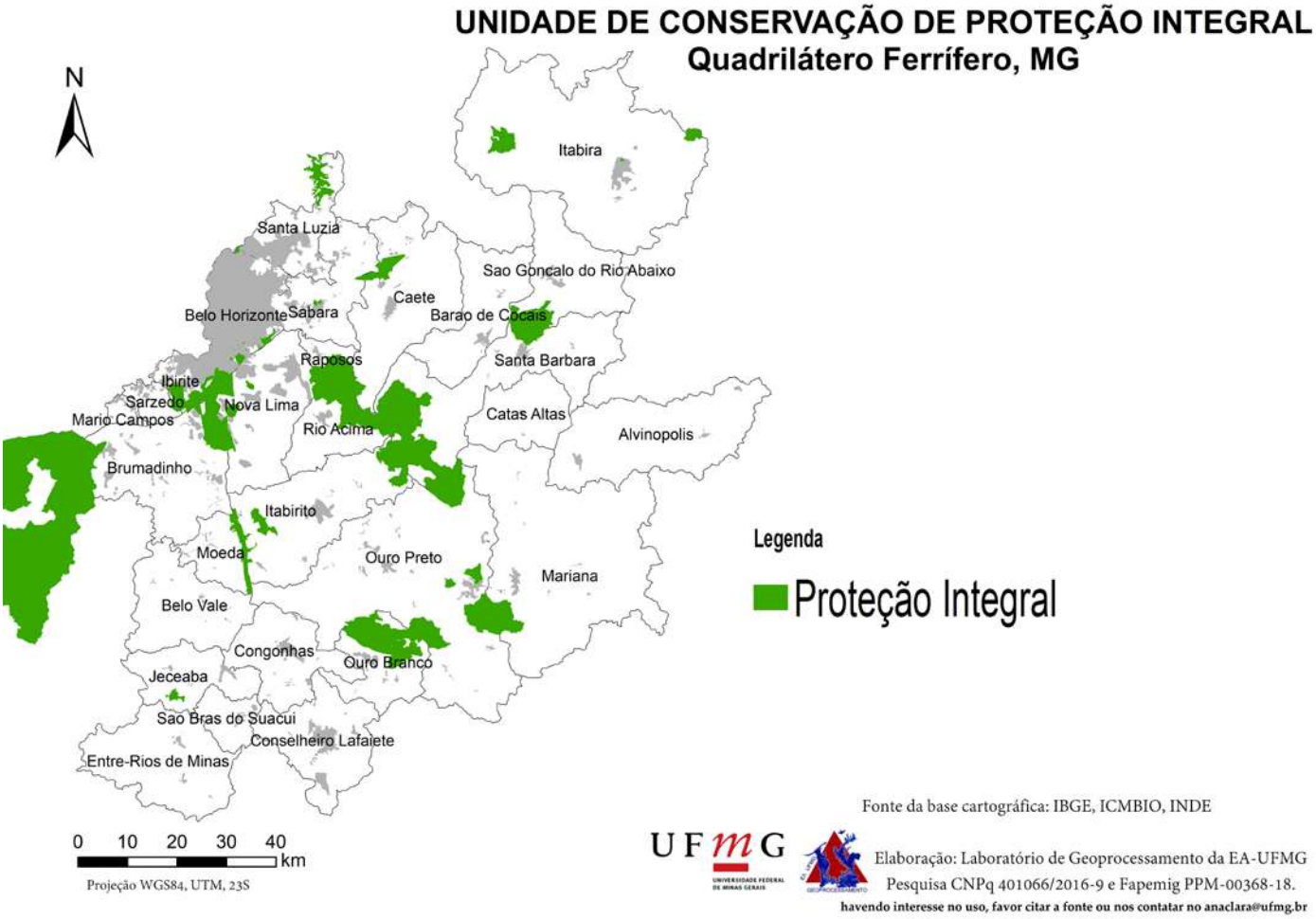


Fig. 01 – Unidades de Conservação de Proteção Integral no QF. Fonte: SISEMA-MG, organizado pelos autores.

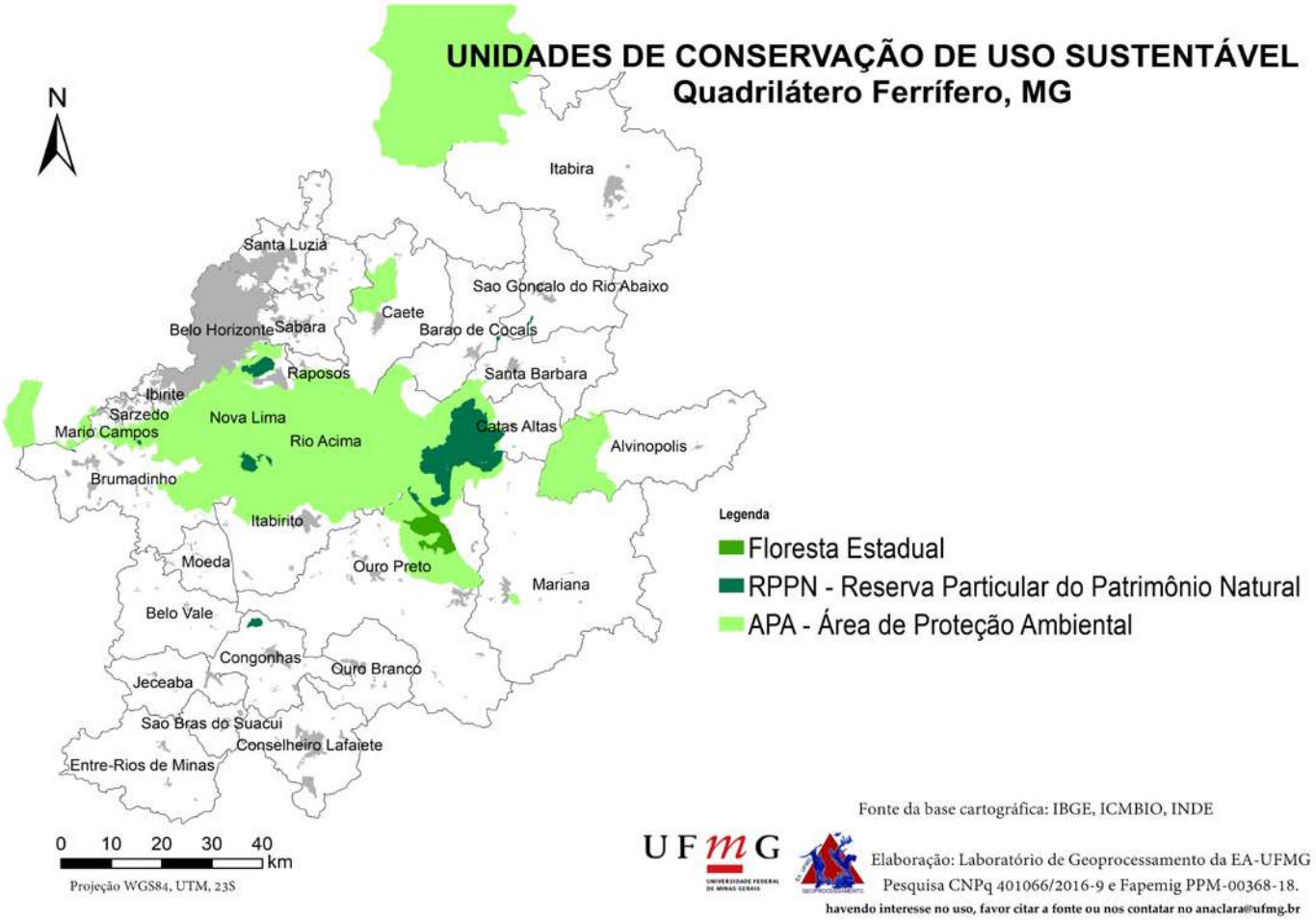


Fig. 02 – Unidades de Conservação de Uso Sustentável no QF. Fonte: SISEMA-MG, organizado pelos autores

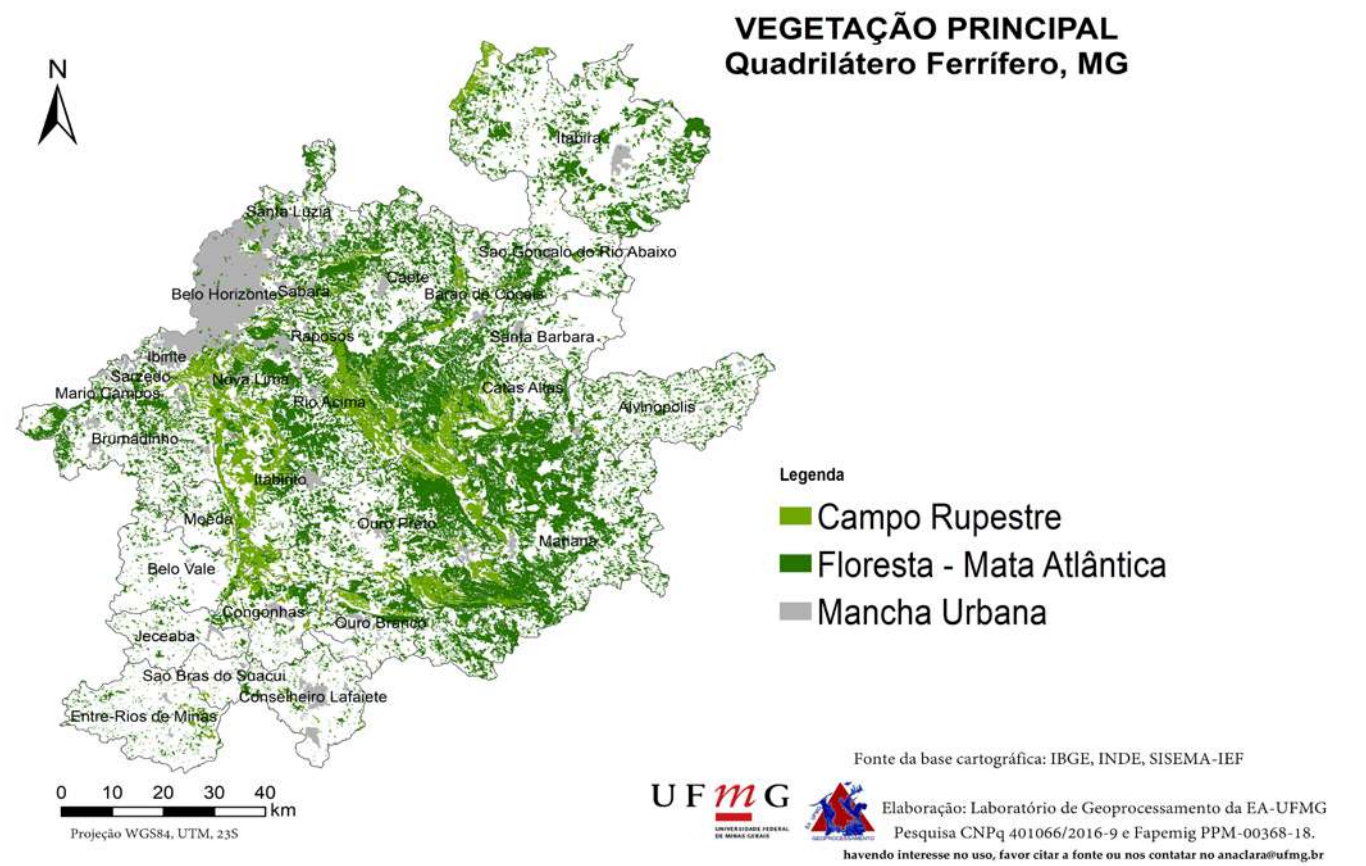


Fig. 03 - Vegetação de campo rupestre e floresta. Fonte: SISEMA-IEF-MG, organizado pelos autores.

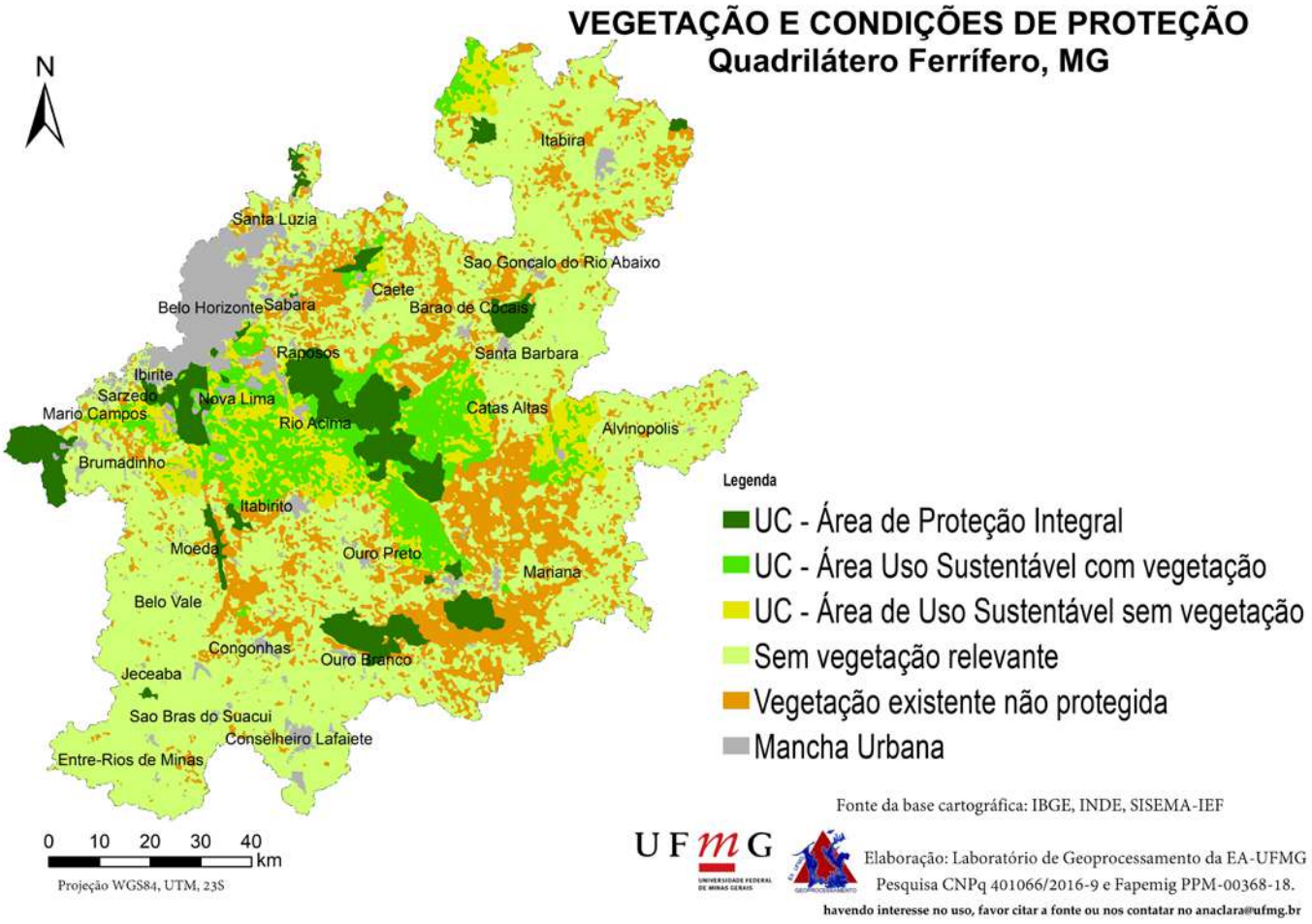


Fig. 04 – Vegetação e unidades de conservação. Fonte: SISEMA-MG e SISEMA-IEF-MG, organizado pelos autores.

Discussões e Conclusões

Percebe-se que, em nível mundial, o número de áreas protegidas começa a crescer depois das décadas 1960 e 1970, o que pode ser atribuído à categorização criada pela IUCN e também pela crescente preocupação com as questões ambientais que ganharam força nesse período. Exemplo disso é a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972.

A importância das áreas protegidas para a conservação da biodiversidade fica clara ao longo das leituras. Vale ressaltar que contribuem nesse sentido as categorizações e definições claras a partir tanto da IUCN quando do SNUC. Quanto à APA, apesar da sua notoriedade por trazer em sua definição a possibilidade de ser implementadas sem menores conflitos, uma vez que não há desapropriação de terras, atrelando o desenvolvimento e o meio ambiente, observa-se uma dificuldade acentuada de gestão dessas áreas.

Quanto a instrumentos de que o planejador pode despor, destaca-se o princípio do Zoneamento. O zoneamento é processo que se inicia no Brasil para áreas urbanas, presente nos Planos Diretores (VILLAÇA, 1999; PEREIRA, 2012; ROCHA,

2016; LINHARES, 2020). A partir de 1964, com a criação do Estatuto da Terra, o zoneamento passa a ser utilizado também no meio rural (PAIVA, 2021).

O zoneamento Ambiental (ZA), que é o constituído em Unidades de Conservação (UCs), só surgiu no contexto internacional em 1970, a partir do trabalho de Kenton Miller (WWF-BRASIL, 2015), e no Brasil, em 1981, com a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), que estabeleceu seu uso como instrumento de planejamento ambiental (BRASIL, 1981).

Em razão da ausência da preocupação ambiental no Zoneamento Urbano e Rural, na década de 1970, surgiu no Brasil o Zoneamento Ambiental (ZA), com enfoque normativo e restritivo, voltado à proteção do meio ambiente (MILLIKAN; DEL PRETTE, 2000). Nessa mesma época, o zoneamento passa a ser difundido, sendo utilizado no contexto de áreas protegidas por meio dos trabalhos do norte-americano Kenton Miller (WWF-BRASIL, 2015). No Brasil, isso ficou evidente por meio da regulamentação dos Parques Nacionais Brasileiros, promulgado pelo Decreto nº 84.017/1979, que estabeleceu, pela primeira vez no contexto nacional, o zoneamento como estratégia de planejamento para as áreas protegidas.

Poucos anos depois, em 1981, a Lei 6.938 constituiu a PNMA, prevendo uma série de instrumentos, dentre eles o ZA (BRASIL, 1981; PAULINO, 2010; THOMAS, 2012; WWF-BRASIL, 2015).

O ZA ganhou notoriedade na legislação nacional novamente no começo dos anos 2000 com a Lei 9.985, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) que estabelece o plano de manejo como o documento técnico que norteará a gestão das unidades de conservação (UCs), tendo como elemento-chave o zoneamento (BRASIL, 2000).

Diante do exposto, entende-se como contribuição aos estudos do Quadrilátero Ferrífero a discussão sobre Unidades de Paisagem, princípio que está associado à intenção de identificação de parcelas territoriais homogêneas, para fins de planejamento estratégico e proteção de áreas de valor ambiental e paisagístico. Os demais capítulos do livro colaboram com a apresentação de metodologias e processos de identificação de características da paisagem do Quadrilátero Ferrífero, segundo os recortes urbano, rural, ambiental e geossistêmico, seguido de análise de integração das investigações nas Unidades de Paisagem Estruturantes.

A discussão apresentada no presente capítulo elucida a questão normativa na escala das áreas protegidas e de proteção ambiental, com vistas a colaborar no entendimento sobre a dicotomia urbano e rural, enquanto não são instituídas no Brasil normativas mais adaptadas à questão da paisagem.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, Bruna Maria Rodrigues de Freitas; KELTING, Fátima Maria Soares. PLANEJAMENTO AMBIENTAL COMO SUBSÍDIO PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL DA APA DE BALBINO-CASCAVEL-CEARÁ. Revista Geográfica de América Central, Edição Especial, p. 1-17, 2011.

AMEND, Stephan; OLTREMARI, Aída Giraldo Juan; VALAREZO, Ramón Sánchez Vladimir; YERENA, Edgard. 2002. Planes de Manejo - Conceptos y Propuetas. En. Parques Nacionales y Conservación Ambiental Número 10. Panamá. UICN y GTZ.

ARAÚJO, Marcos Antônio Reis. Unidades de conservação no Brasil: da República à gestão de classe mundial. Belo Horizonte: SEGRAC, 2007. 272 p.

BARROS, Larissa Suassuna Carvalho; LEUZINGER, Marcia Dieguez. PLANOS DE MANEJO: PANORAMA, DESAFIOS E PERSPECTIVAS. Caderno do Programa de Pós-Graduação Direito UFRGS, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 281-303, 2018.

BENSUSAN, Nurit. Conservação da biodiversidade: em áreas protegidas. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2006. 176p.

BENSUSAN, Nurit; PRATES, Ana Paula. A DIVERSIDADE CABE NA UNIDADE? ÁREAS PROTEGIDAS NO BRASIL. Brasília: IEB, 2018. 736 p.

BORRINI-FEYERABEND, Grazia; DUDLEY, Nigel; JAEGER, Tilman; LASSEN, Barbara; BROOME, Neema Pathak; PHILLIPS, Adrian; SANDWITH, Trevor. Governança de Áreas Protegidas: da compreensão à ação. Gland, Suíça: IUCN, 2017. 144 p.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei nº 4.504, de 1964. Estatuto da Terra. Brasília.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília.

BRASIL. Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Brasília, Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BRASIL. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas. Decreto 5758/2006: Brasília, 2006. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20042006/2006/Decreto/D5758.htm. Acessado em: 8 nov. 2019.

BRITO, Maria Cecília Wey de. Unidades de conservação: intenções e resultados. São Paulo: Annablume/FAPESP, 2000.

CABRAL, Nájila Rejanne Alencar Julião; SOUZA, Marcelo Pereira de. Área de proteção ambiental: planejamento e gestão de paisagens protegidas. São Carlos, SP: RiMa, 2002. 154 p.

CÂMARA, Isaias Farias da; SILVA, Rhaiane Rodrigues da. MAPEAMENTO E EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO IRREGULAR EM FALÉSIAS DO LITORAL LESTE CEARENSE, NORDESTE DO BRASIL. Geociências, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 1033-1046, 02 fev. 2022.

CASTRO JÚNIOR, Evaristo de; COUTINHO, Bruno Henrique; FREITAS, Leonardo Esteves de. Gestão da biodiversidade e áreas protegidas. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; COELHO, Maria Célia Nunes (org.). Unidades de conservação: abordagens e características geográficas. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. Cap. 1. p. 25-65.

CASTRO, Alcinéia Guimarães de; TAMAIO, Irineu. Caracterização do perfil dos usuários do Parque Estadual Alberto Löfgren – Horto Florestal da Capital. IF Sér. Reg., São Paulo, n. 20, p. 1-7, 1999.

CHAPE, Stuart; SPALDING, Mark; JENKINS, Martin. The World's Protected Areas. Berkeley: University of California Press, 2008.

CÔRTE, Dione Angélica de Araújo. Planejamento e gestão de APAs: enfoque institucional. Brasília: Edições Ibama, 1997.

DAVENPORT, Lisa; RAO, Madhu. A história da Proteção: Paradoxos do passado e desafios do futuro. In: TERBORGH, John; DAVENPORT, Lisa. Tornando os Parques eficientes: Estratégias para a conservação da natureza nos trópicos. 2002, p. 52 – 76.

DELFINO, Deisiane dos Santos. OS VALORES DA PAISAGEM COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BALEIA FRANCA (SANTA CATARINA – BRASIL). 2017. 348 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

DIEGUES, Antônio Carlos Sant'Ana. O mito moderno da natureza intocada. São Paulo: Hucitec, 1996. 169 p.

DOUROJEANNI, Marc; PÁDUA, Maria Tereza Jorge. Biodiversidade: a hora decisiva. Curitíba, PR: UFPR, 2007. 307 p.

DUDLEY, Nigel (ed.). Guidelines for applying protected areas management categories. Gland, Switzerland: IUCN, 2008.

FÉLIX, Augusto César Trigueiro; FONTGALLAND, Isabel Lausanne. Áreas protegidas no Brasil e no mundo: quadro geral de sua implementação. Research, Society And Development, [S.L.], v. 10, n. 12, p. 1-8, 17 set. 2021. Research, Society and Development. http://x.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.19970.

FRANCO, José Luiz de Andrade; SCHITTINI, Gilberto de Menezes; BRAZ, Vivian da Silva. História da conservação da natureza e das áreas protegidas: panorama geral. Historiæ, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 233–270, 2016

GONÇALVES, Karoline Batista. Pantanal Transfronteiriço (Bolívia- Brasil- Paraguai) e as Áreas Protegidas: da produção de territórios as iniciativas de conservação. 2020. 314 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal da

Grande Dourados (UFGD), Dourados, 2020.
GRANJA, Lêda Virgínia Aguiar de Carvalho. O papel das áreas de Proteção Ambiental – APAs na conservação dos recursos naturais em áreas urbanas. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2009.
HOCKINGS, Marc; STOLTON, Sue; LEVERINGTON, Fiona; DUBLEY, Nigel; VALENTINE, Marc Hockings, Sue Stolton, Fiona Leverington, Nigel Dudley and José Courrau Peter Valentine. Evaluating Effectiveness A framework for assessing management effectiveness of protected areas. 2ª Edition ed. Gland, Switzerland: IUCN, 2006.
IRVING, Marta de Azevedo. Governança democrática e gestão participativa de áreas protegidas: Um caminho sem volta para a conservação da biodiversidade no caso brasileiro. In BENSUSAN, Nurit. PRATES, Ana Paula. A diversidade cabe na Unidade? Áreas protegidas no Brasil. Brasília: IEB, 2014. 736 p.
IUCN, International Union For Conservation Of Nature -. What is the IUCN World Parks Congress? 2019. Disponível em: <https://www.worldparkscongress.org/wpc/about/history>. Acesso em: 13 nov. 2019.
IUCN, International Union for Conservation of Nature; UNEP, United Nations Environmental Programme. World Database on Protected Areas (WDPA). 2021. URL: https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/wdpa?tab=WDPA Acesso em: 15 set. 2021.
JERONYMO, Carlos André Luz; SILVA, Elmo Rodrigues da; FONSECA, Kenny Tanizaki. The Environmental Protection Areas tragedy: an analysis of the implementation of nature conservation units, Brazil. Ciência e Natura, [S.L.], v. 43, p. 1-41, 17 set. 2021.
LEITE, André Olavo. A Recepção do Modelo de Áreas de Proteção Ambiental (APA) no Direito Brasileiro. In: PORTANOVA, Rogério Silva; LEITE, André Olavo; FIGUEIREDO, Mauro Figueiredo. DE (Eds.). Os 15 anos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000: Anais do II Congresso de Direito Ambiental das Áreas Protegidas. São Paulo: Ed. Ixtlan, 2015. p. 76–107.
LEUZINGUER, Márcia Dieguez. Natureza e cultura: direito ao meio ambiente equilibrado e direitos culturais diante da criação de unidades de conservação de proteção integral e domínio público habitadas por populações tradicionais. 2007. 357 f., il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) —Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
LIMA, Cibele Oliveira. A Criação da APA de Ilha Comprida e seus Desdobramentos no atual processo de Desenvolvimento Local. In Anais do 14. EGAL. PERÚ, 2013.
LINHARES, Felipe Neves. REPERCUSSÕES DO ZONEAMENTO URBANO NA FORMAÇÃO DO ESPAÇO URBANO DO MUNICÍPIO DE PALHOÇA. 2020. 373 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
LOPES, Daniel Victor da Silva; SILVA, Deivid Eduardo da; SILVA, Flávia Michelle Sampaio da; PARAÍSO, Luka Almeida; SOARES, Tássio Leite; SOUZA, Milena Caramori Borges de. ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO CELMM. Cadernos de Graduação Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 4, n. 2, p. 73-88, 2018.
MCHARG, Ian. Design with nature. New York, US: American Museum of Natural History, 197 p, 1969.
MACEDO, Heitor Schulz. Processos participativos na gestão de áreas protegidas. Estudos de caso em unidades de conservação de uso sustentável da zona costeira do Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado em Sociologia Política, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.
MAGALHÃES, Daniel Rodrigo de Macedo. O PAPEL DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APAs) NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
MARETTI, Cláudio C.; CATAPAN, Marisete Inês Santin; ABREU, Maria Jasylene Pena de; OLIVEIRA, Jorge Eduardo Dantas de. ÁREAS PROTEGIDAS: DEFINIÇÕES, TIPOS E CONJUNTOS – REFLEXÕES CONCEITUAIS E DIRETRIZES PARA GESTÃO. In: CASES, Maria Olatz (org.). Gestão de unidades de conservação: compartilhando uma experiência de capacitação. Brasília: Wwf-Brasil, 2012. Cap. 16. p. 331-367.
MARIA, Dayse Monteio; BRITO, Daguinete Maria Chaves; CHAVES, Patrícia Rocha. REFLEXÕES SOCIOAMBIENTAIS SOBRE A ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA FAZENDINHA - MACAPÁ/AP. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, Macapá, v. 5, n. 4, p. 123-136, ago. 2021.
MARQUES, Paulo Eduardo M.; OLIVEIRA, Kleber A. Áreas de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Territorial: Perspectivas em torno do Conselho Gestor da APA Corumbataí em São Paulo. Raízes, v. 32. Jul-dez 2012. P. 139-152.
MARTINS, Andreza. Entre Terra e Mar. Interfaces no processo de transformação territorial na Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
MEDEIROS, Rodrigo. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. Ambiente & Sociedade, [s.l.], v. 9, n. 1, p.41-64, jun. 2006.
MEDEIROS, Rodrigo; IRVING, Marta; GARAY, Irene. A PROTEÇÃO DA NATUREZA NO BRASIL: EVOLUÇÃO E CONFLITOS DE UM MODELO EM CONSTRUÇÃO. Revista de Desenvolvimento Econômico, Salvador, v. 9, n, p.83-93, jan. 2004.

MERCADANTE, Maurício. Uma Década de Debates e Negociação: a História da Elaboração da Lei do SNUC. In: BENJAMIN, Antonio Herman (Coord). Direito Ambiental das áreas protegidas: O Regime jurídico das Unidades de Conservação. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001. p. 190–231.
MILLER, Kenton Riegel. Evolução do conceito de áreas de proteção: oportunidades para o século XXI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1., 1997, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: IAP: UNILIVRE, 1997. v. 1, p. 3-21.
MILLER, Kenton Riegel. In: Management Plans, Concenpts and Proposoals. Toboga Worksshop. Panamá, 2001.
MILLER, William R. Introducing Geodesign: The Concept. Redlands, Califórnia, EUA: ESRI, 2012.
MILLIKAN, Brent; DEL PRETTE, Marcos Estevan. Seminário: Avaliação da metodologia do Zoneamento Ecológico-Econômico para a Amazônia Legal (Documento base para discussão). Manaus: Ministério do Meio Ambiente, 2000.
MORAES, Alessandra Ribeiro de; BERNARDES, Ricardo Silveira. Caracterização socioeconômica da área de proteção ambiental das ilhas e várzeas do rio Paraná no estado de Mato Grosso do Sul. Entre-Lugar, v. 9, n. 17, p. 71-86, 8 jun. 2018.
NOGUEIRA-NETO, Paulo. Evolução Histórica das ARIEs e APAs. In: BENJAMIN, Antônio Herman (Org.). Direito Ambiental das áreas protegidas: O Regime jurídico das Unidades de Conservação. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001.
OTT, Paulo Henrique; DUARTE, Marcelo Maisonette; ABREU, Maria Jasylene Pena de; OLIVEIRA, Jorge Eduardo Dantas de. ÁREAS PROTEGIDAS. In: HERNANDEZ, Aline Reis Calvo; SIMÕES, Fabiano; BORDIN, Juçara; BERRETA, Márcia dos Santos Ramos; BINKOWSKI, Patrícia (org.). Glossário de verbetes em ambiente e sustentabilidade. São Francisco de Paula: Uergs, 2021. p. 331-367. (Série Ambiente e Sustentabilidade).
PADUA, Claudio Benedito Valladares; CULLEN JUNIOR, Laury; PADUA, Suzana Machado; Ditt, Eduardo HumbertoF. Resgatando a grande reserva do Pontal do Paranapanema: Reforma agrária e conservação de biodiversidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1997, Curitiba. Anais... Curitiba: UNILIVRE/REDEPROUC/IAP, 1997. p.783-792.
PAIVA, Gisele Barbosa de. Zoneamento Ecológico Econômico: análise da implementação e capacidade de transformação do uso da terra e dos recursos naturais no Tocantins. 2021. 212 f., il. Tese (Doutorado em Economia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021.
PAULINO, Heloisa Verri. Zoneamento Ambiental: uma visão panorâmica. 2010. 459 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Direito das Relações Sociais: Direitos Difusos e Coletivos., Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.
PELLIZZARO, Patrícia Costa; HARDT, Letícia Peret Antunes; HARDT, Carlos; HARDT, Marlos; SEHLI, Dyala Assef. GESTÃO E MANEJO DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS: CONTEXTO INTERNACIONAL. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 1, n., p.21-40, jan. 2015.
PEREIRA, Deborah Marques. Zoneamento Urbano E “Desenvolvimento”: Considerações Sobre A Cidade De Montes Claros/Mg. Congresso Internacional Interdisciplinar Em Sociais E Humanidades. Niterói RJ, 2012.
PHILLIPS, Adrian. Management Guidelines for IUCN Category V Protected Areas: Protected Landscapes/Seascapes. Gland: IUCN - the World Conservation Union, 2002.
PRATES, Ana Paula Leite., IRVING, Marta de Azevedo. Conservação da biodiversidade e políticas públicas para as áreas protegidas no Brasil: desafios e tendencias da origem da CDB as metas de Aichi. Revista Brasileira de Políticas Públicas, Brasília, v.5, n.1, p.27-57, jan./jun. 2015.
PRESTES, Laura Dias; PERELLO, Luís Fernando Carvalho; GRUBER, Nelson Luiz Sambaqui. Métodos para avaliar efetividade de gestão: o caso particular das Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Desenvolvimento e Meio Ambiente, [s.l.], v. 44, p.340-359, 28 fev. 2018.
PUREZA, Fabiana; PELLIN Ângela; PÁDUA, Claudio. Unidades de Conservação. São Paulo: Matrix, 2015.
RENTE, Andréa Simone Gomes. Áreas de Proteção Ambiental como inspiração para o desenvolvimento sustentável com liberdade. O caso da criação da APA Alter do Chão/PA. Dissertação de mestrado. Pós Graduação em desenvolvimento, agricultura e sociedade. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.
ROCHA, Geisa Silveira da. Política habitacional e mercado: as estratégias das construtoras no PMCMV na área conurbada de Florianópolis. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis, 2016.
RODRIGUES, Ágila Flaviana Alves Chaves. Consumo na e da natureza: políticas ambientais e práticas de turismo na ilha do Combu: políticas ambientais e práticas de turismo na ilha do combu. Papers do Naea, Belém, v. 28, n. 3, p. 400-418, 17 mar. 2020. Universidade Federal do Para.
RODRIGUES, Geraldo Stachetti. Gestão Ambiental Territorial na Área de Proteção Ambiental da Barra do Mamanguape (PB). Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. EMBRAPA: Jaguariúna, 2008.
SILVA, Michel Andrade da. Gestão do território em unidades de conservação de uso sustentável no Rio Grande do Norte:

uma análise institucional da área de proteção ambiental de Jenipabu. 2022. 257f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.
SIMÃO NETO, Isaac. Análise da efetividade das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNS) de âmbito federal em Santa Catarina. 2017. 180 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
SOUZA, Marcelo Lopes de. Os conceitos Fundamentais da Pesquisa Sócio-Espacial. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 320 p.
STEINITZ, Carl. Um Framework para o Geodesign: Alterando a Geográfia através do Design. Redlands: Esri Press, 2012. 208 p. Tradução de: Ana Clara Mourão Moura.
SUTIL, Thaise. DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO RIO MAIOR, URUSSANGA, SC. 2018. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2018.
THOMAS, Bruna Letícia. Proposta de zoneamento ambiental para o município de Arroio do Meio – RS. RA´EGA, Curitiba, v. 24, p. 199-226, 2012.
THOMAS, Lee; MIDDLETON, Julie. Guidelines for Management Planning of Protected Areas. Cambridge: World Conservation Union, 2003. 87 p.
VALENCIO, Norma; MARCHEZINI, Victor; GERALDI, Débora; SIENA, Mariana. PLANO DE MANEJO DE RESEX-MAR: o apoio de maquetes interativas na vocalização dos direitos dos grupos tradicionais. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO SOCIOAMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AQÜICULTURA E DA PESCA NO BRASIL, 3., 2009, Florianópolis. Anais [...] . Florianópolis: Segap, 2009. p. 1-8.
VILLAÇA, Felipe. Dilemas do Plano Diretor. Desenvolvimento físico-territorial, p. 237-247, 1999.
WATSON, James E. M.; DUDLEY, Nigel; SEGAN, Daniel B.; HOCKINGS, Marc. The performance and potential of protected areas. Nature, [S.L.], v. 515, n. 7525, p. 67-73, nov. 2014. Springer Science and Business Media LLC.
WURTS, Kieryn. Mongolian National Parks: Competing Interests and Institutional Viability in a Still Emerging Protected Areas System. Independent Study Project (ISP) Collection. 2013.
WWF-BRASIL (Brasília). Lições aprendidas sobre Zoneamento em Unidades de Conservação: Comunidade de Ensino e Aprendizagem em Planejamento de Unidades de Conservação. Brasília: Escola Latino Americana de Áreas Protegidas - Elap, 2015. 60 p.

CAPÍTULO 4
QUADRILÁTERO FERRÍFERO: UM CASO EMBLEMÁTICO PARA O GEODESIGN

Ana Clara Mourão Moura

Christian Rezende Freitas

Camila Marques Zyngier

Pedro Benedito Casagrande

Ítalo Sousa de Sena

Camila Fernandes de Morais

Alfio Conti

Bráulio Magalhães Fonseca

Lourdes Manresa Camargos

Resumo

As tecnologias de geoinformação, muitas vezes agrupadas no termo geoprocessamento, têm produzido avanços expressivos no que tange à produção de dados e informações, à construção de análises diagnósticas e prognósticas por combinação de variáveis e promoção de simulações de cenários. O Geodesign vem contribuir no emprego de métodos e técnicas para a etapa propositiva, quando diferentes atores da sociedade elaboram ideias para seus territórios. Por alguns anos o Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG elaborou dados e promoveu workshops de Geodesign para estudos sobre o Quadrilátero Ferrífero, área de conflitos de interesse (econômico, habitacional, cultural e ambiental) localizado no coração do estado de Minas Gerais. O presente capítulo relata as experiências de aplicação do método de Geodesign na área, segundo eixos de investigação diferentes e, sobretudo, a etapa de síntese de proposições. O estudo apresenta diferentes frameworks e possibilidades de trabalho, e faz discussões sobre suas assertividades e limitações. Finalmente, o capítulo explica as motivações que fizeram com que o mencionado grupo de estudos decidisse por trabalhar com o tema das Unidades de Paisagem, um dos eixos principais da presente publicação.

Introdução

As tecnologias de geoinformação estão passando por uma significativa mudança de paradigma relacionado ao uso e produção de dados e informações georreferenciadas - em grande parte baseados em geovisualização e acesso através da rede mundial de computadores - tendo como objetivo principal apoiar a construção de opiniões e tomadas de decisão. Nesse sentido, o processo de geodesign, quando incorporado aos fundamentos de IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais - *Spatial Data Infrastructure*) e Web-GIS, pode ser uma estrutura de suporte robusta para a cocriação de opiniões e tomada de decisão por meio de planejamento par-

ticipativo, aproveitando a tecnologia da geoinformação. (Moura e Freitas, 2021).

No processo completo de planejamento e gestão da paisagem, seja ela em qualquer escala, as tecnologias de geoinformação cumprem papel fundamental nas etapas de representação (produção de dados iniciais), na aplicação de modelos diagnósticos e prognósticos (combinação de variáveis mapeadas na etapa anterior), e na aplicação de modelos preditivos (baseados no *if-then* e também conhecidos como cartografia dinâmica, pois produzem diferentes cenários através de ajustes em parâmetros e seus valores). Contudo, na última década se apresentou a possibilidade de utilização das mencionadas tecnologias em processos propositivos, e em ações de cocriação e planejamento compartilhado, que é a essência do Geodesign.

A proposta de Geodesign apresentada por Steinitz (2012) e Miller (2012) atende à necessidade de superar a forma modernista de planejamento. O Geodesign tem uma metodologia desenhada para apoiar a opinião e a criação de ideias com a ajuda da informação geográfica, de forma sistemática e partilhada. Por esse motivo, Dangermond (2009) destaca que a possibilidade de geovisualização possibilita e favorece o envolvimento de diferentes atores no processo de geodesign, ao passo que, apoiadas pelas condições geográficas do território, as ações simulam possibilidades melhores e mais compatíveis.

O geodesign é um conjunto de procedimentos para permitir o ordenamento do território, desde as escalas da paisagem ao ordenamento local e territorial, considerando o sentido de participação, baseado na cocriação. Ele é defendido como projetar o território “com” e “para” a geografia do lugar. Pode ser considerada a aplicação de valores contemporâneos no planejamento, pois se propõe a trabalhar com diferentes ações, estruturar diferentes etapas como suporte à opinião e tomada de decisão. Além disso, aplica novas tecnologias digitais, principalmente as baseadas na web, para dar acesso a dados, permitir o consumo de informações e a criação de ideias para a área. (Dangermond, 2009; Flaxman, 2010; Ervin, 2011; Li, Flaxman e Goodchild, 2012; Miller, 2012; Steinitz, 2012).

Para ler mais sobre como estruturar um workshop de Geodesign, desde o preparo dos dados até a sua execução e avaliação, indicamos as leituras: Moura, 2019; Moura, 2020; MOURA, Freitas e Rosa, 2022. Cabe, todavia, apresentar as estruturas de trabalho (frameworks) presentes nos estudos de Geodesign, sendo elas a mais conhecida no mundo e proposta por Steinitz em 2012, e a proposta pelo Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG por Moura e Freitas (2020).

A proposta de Steinitz passou a ser mais amplamente aplicada a partir da possibilidade de utilização da plataforma GeodesignHub, desenvolvida por Ballal

sob orientação de Steinitz (Ballal, 2015). Por sua vez, a proposta do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG se apoia no uso do GIS-Colab. O GISColab foi inicialmente desenvolvido pelo grupo GE21 Geotecnologias, como base para as IDEs – Infraestrutura de Dados Espaciais, e teve sua interface de WebGis adaptada através de scripts para atender às especificidades do processo de Geodesign, a partir da Tese de Freitas (Moura e Freitas, 2020). Tanto o GeodesignHub como o GISColab são plataformas baseadas na web (*web-based*) que visam a interação com os usuários a partir de colaborações de criação de ideias.

O framework de Geodesign proposto por Steinitz

Entre os roteiros metodológicos mais utilizados está o de Steinitz, publicado no livro *A framework for Geodesign* (2012)*. O autor separa as etapas de trabalho em seis, na forma de modelos. Três etapas devem ser cumpridas como fases preparatórias para um workshop, e sãp elaborados por um corpo técnico mediante ou não a consulta aos cidadãos, dependendo da expertise dos envolvidos e do conhecimento sobre os desafios do estudo de caso (Modelos de Representação, Processos e Avaliação). Vencidas as etapas de preparo, são elaboradas mais três etapas, que acontecem durante um workshop de planejamento participativo para o qual são convidados os diferentes grupos de interesse no estudo de caso (Modelos de Mudança, de Impacto e de Decisão) (Fig.01).

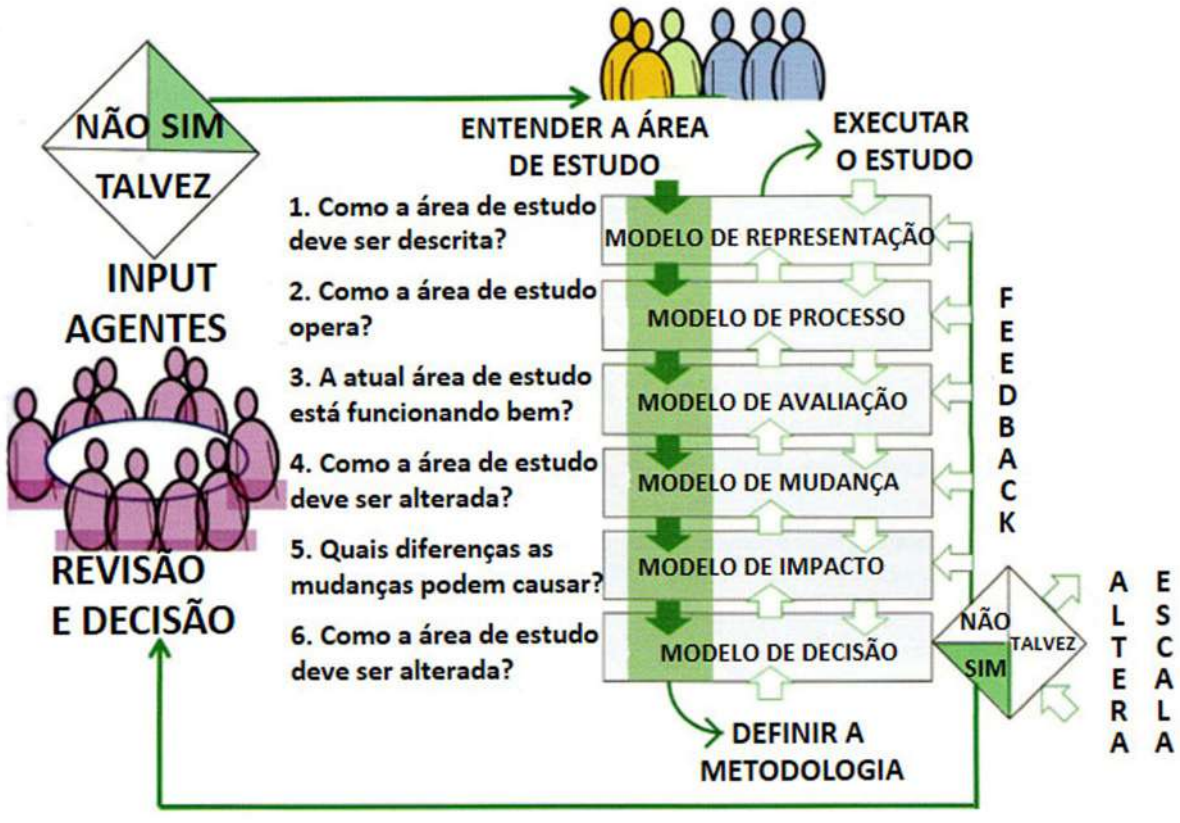


Fig. 01 – A proposta de framework de Steinitz (2012), tradução de 2016 (Moura e Finelli).

*Traduzido em português: Steinitz, Carl. Um Framework Para O Geodesign: Alterando a Geografia Através Do Design. ESRI Press, 2016. 224 p. Tradução Ana Clara Mourão Moura, contribuição Patrícia Finelli.

O roteiro proposto por Steinitz (2012) propõe que se passe pelos seis modelos, que respondem a seis perguntas. A primeira é sobre como a área de estudo deve ser descrita e, para respondê-la, os organizadores devem organizar e produzir uma coleção de dados sobre as principais características da área de estudo, considerando suas potencialidades e vulnerabilidades. A segunda pergunta é sobre como a área de estudo opera, e isso é respondido através da produção de mapas, que são elaborados a partir dos dados do modelo anterior, e que demostram como as ocorrências ou fenômenos se distribuem no território. A terceira pergunta resulta em um julgamento, pois o objetivo é responder se a área de estudo está funcionando bem. O julgamento é obtido pela produção de mapas que indicam os principais problemas ou potencialidades já foram resolvidos ou aproveitados, onde não cabem propostas sobre uma temática e onde e em que nível são necessárias propostas para enfrentamento de problemas ou para aproveitamento de condições existentes.

Quando o preparo dos três modelos termina, o corpo técnico organiza um workshop para a etapa de construção compartilhada de ideias junto a diferentes grupos de representantes da sociedade. A primeira etapa dos trabalhos presenciais do workshop consiste na aplicação do Modelo de Mudança, na qual os participantes propõem ideias de políticas e projetos para a área em estudo através do desenho de polígonos georreferenciados. Essas ideias são avaliadas por meio do Modelo de Impacto, que permite verificar se elas estão em conformidade com as necessidades e potencialidades da área, e também se podem criar conflitos com outros interesses para a área. Finalmente, na etapa final, é construído coletivamente um design final, que é o Modelo de Decisão.

Steinitz orienta que, muitas vezes, é necessário passar pelos seis modelos três vezes. A primeira tem como objetivo entender a área de estudo, e deve ser vista como uma primeira aproximação, um primeiro resultado. A partir da avaliação e críticas à primeira experiência, o corpo técnico faz revisões e a calibração dos modelos, por ajustes na metodologia, preparando-se para uma nova rodada de interface com a comunidade, que é considerada a terceira e última iteração e cujo resultado favorece se executar o estudo.

O framework de Geodesign proposto por Moura

Entre os anos de 2016 e 2020, o Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG se envolveu em 43 experiências de workshops de Geodesign, trabalhando em 35 projetos. Destes projetos, 28 foram propostos e conduzidos pela coordenação do laboratório, 4 foram propostos por outros pesquisadores com nosso apoio e em 3 atuamos como participantes. Das 35 experiências uma foi desenvolvida em método analógico, uma em ArcGis (Esri), uma em CityEngine (Esri) e 32 em GeodesignHub (Ballal, 2015). Após cada oficina eram aplicados

questionários ou feitas anotações sobre performances. A partir de 2020, com a criação do GISColab, já foram realizados mais 31 workshops na nova framework e na nova plataforma. (Fig. 02).

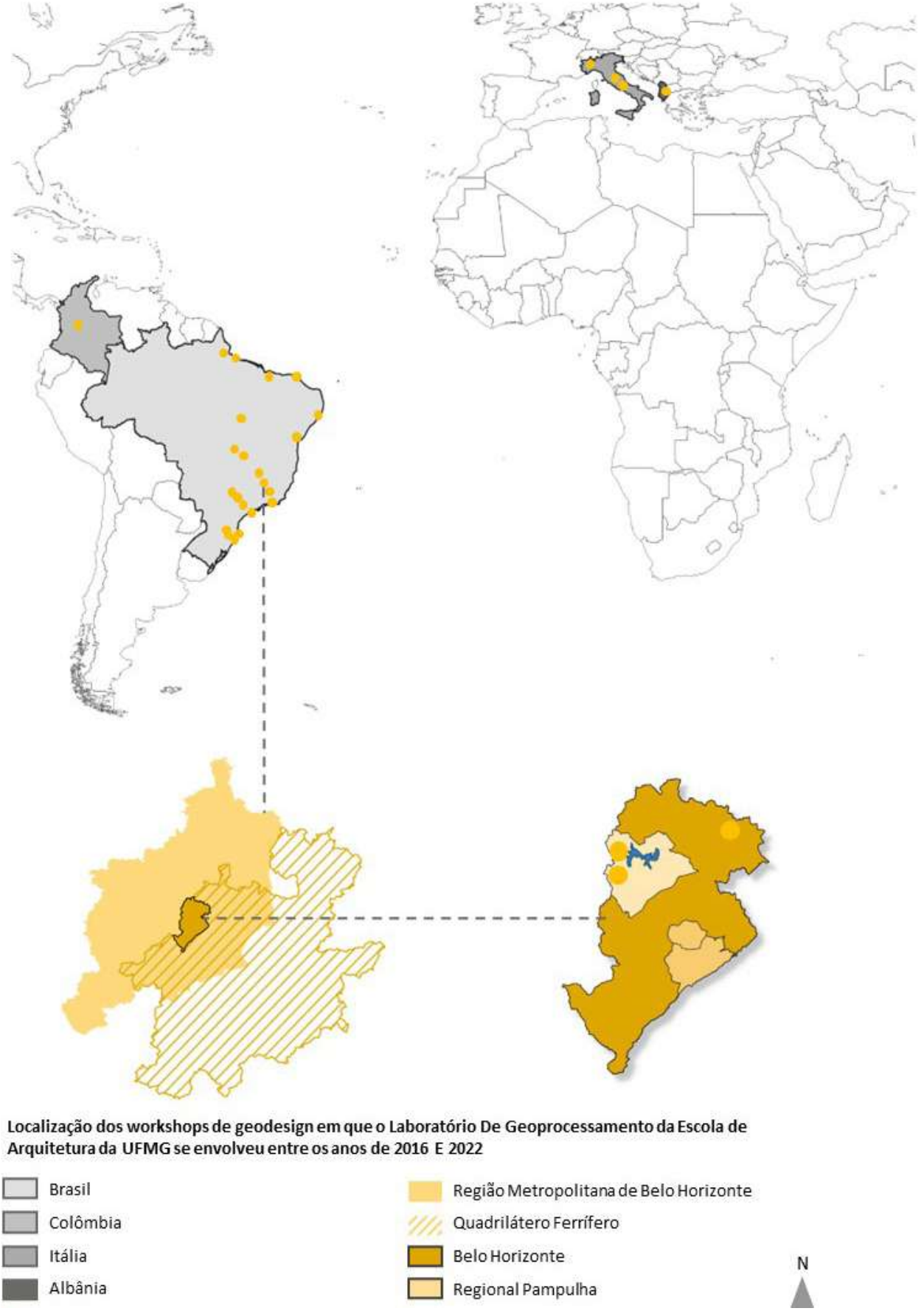


Fig. 02 – Experiências em workshops de Geodesign de 2016 a 2022. Fonte: os autores

A partir da experiência adquirida entendemos que, para os nossos estudos de caso e modo de planejar, seria interessante ter um suporte ou uma plataforma com maior possibilidade de versatilidade, para que se adequasse às palavras-chave para a nossa atuação: adaptabilidade, escalabilidade e flexibilidade (MOURA e FREITAS, 2021). A nossa plataforma deveria estar apta a receber novos recursos a qualquer momento, e por isto dois princípios seriam fundamentais: interoperabilidade e possibilidade de inclusão de novos scripts. Para atingir esses objetivos, foi escolhida a tecnologia baseada em *Open Geospatial Consortium* (OGC) e foram planejados recursos de *Web Processing Service* (WPS), *Web Map Service* (WMS) e *Web Feature Service* (WFS). Neste sentido, não se seguiria uma única rota, mas todo o workshop seria adaptado aos objetivos e características especificas de cada estudo de caso e do grupo de participantes.

A nova plataforma continua baseada na Web, mas se diferenciando quanto à ampliação do acesso à informação, através da associação com a estrutura de IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) e os princípios de interoperabilidade. Isso significa que o participante tem acesso a uma ampla coleção de mapas, mas pode também consumir via web novos dados de seu interesse e trazer para os contextos de estudo, assim como pode registrar dados que complementam as informações disponíveis. Nesse sentido, a informação disponibilizada ao participante não se limita a um mapa de avaliação sobre onde desenhar propostas, uma vez que se ampliam as possibilidades de escolha.

Outra contribuição importante da nova plataforma são os scripts de análise parcial e final das propostas que podem ser incorporadas ao processo de escolha e negociação, e a possibilidade do coordenador poder incorporar novos algoritmos programados em ETL (*Extract Transform and Load*) para serem usados segundo especificidades de cada oficina. As mudanças no modo de trabalho atendem às expectativas brasileiras de estudos de casos complexos e marcadas por desigualdades espaciais, ou que exigem melhores condições de envolvimento, mais informações, mais suporte para decisões e, principalmente, mais promoção de diálogos.

O sistema foi inicialmente proposto pela GE21 Geotecnologias*, a partir da associação de quatro estruturas: (i) um banco de dados geográfico, (ii) o servidor de dados, (iii) um catálogo de metadados e um (iv) WebMap/WebGis, onde se instala o coração do Geodesign. A partir da estrutura inicial da mencionada empresa, o WebMap/WebGis foi adaptado por Freitas (2020) para aplicações específicas de Geodesign, através de scripts e recursos direcionados aos workshops. A implantação de novos recursos para o suporte às especificidades de cada caso é dinâmica e ilimitada, até mesmo para o diálogo com aplicativos externos, via rede mundial de computadores. (Fig. 03).

* https://ge21gt.com.br/

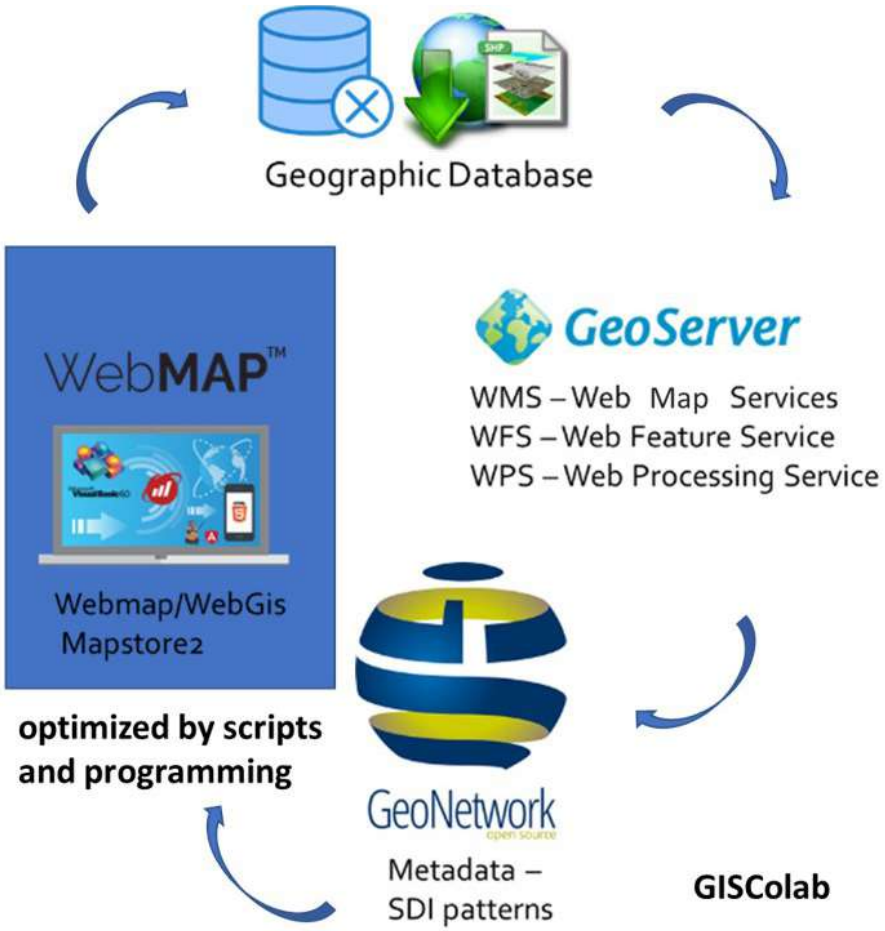


Fig. 03 – A estrutura do GISColab. Fonte: Moura e Freitas (2020).

Os caminhos podem ser diferentes, mas apresentamos uma proposta geral de framework que já testamos em 31 workshops, sempre com adaptações. Há um esquema geral que temos seguido, sempre com alguma adaptação, composto por 6 passos, como se vê na Figura 04. (Fig. 04).

Fig. 04 - O framework de Geodesign com o uso do GISColab. Fonte: os autores.

Como a plataforma nasce como IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais), o primeiro passo é a alimentação do sistema com uma ampla coleção de mapas temáticos, suficientes para se caracterizar a área de estudo. Esses mapas podem tanto ser mapas de representação de alguma temática específica, como podem ser mapas de combinação de variáveis indicando potencialidades e vulnerabilidades da área. É interessante, mas não obrigatório, que estes mapas sejam organizados segundo temas, para se evitar o labirinto de informações. A exemplo, todos os mapas relativos à questão ambiental podem estar associados ao tema, da mesma forma sobre clima e etc. Neste contexto o usuário identifica onde buscar a informação. Contudo, a ordem de visualização (empilhamento de camadas) ou a visualização com transparência entre as camadas podem ser livremente aplicadas pelo usuário. Há também a possibilidade de não visualizar camadas, mas usar como recurso apenas uma imagem de satélite ou um Open Street Map como fundo de referência. Cabe ainda acrescentar que caso o usuário queira adicionar uma nova camada não existente no conjunto, ele pode fazer por associação a um link (via WMS – *Web Map Service* ou WFS - *Web Feature Service*, a depender das autorizações da plataforma, sendo que no primeiro caso se consome o dado como ele se encontra sem mudanças de simbolização, ao passo que na segunda situação há a liberdade de escolha de simbolização) ou por *upload* direto de um *shapefile* (camada vetorial).

Consultando a coleção de mapas, o usuário é convidado a fazer o Passo 1 – Enriquecimento de Leitura. Trata-se da consulta aos dados, à coleção cartográfica, para se enriquecer com informações sobre o estudo de caso. Na sequência, o usuário é solicitado a fazer anotações, na forma de pontos que podem ter cores e simbologias diferentes a juízo do organizador do workshop (por exemplo para separar temas de discussão). Estas anotações são alertas, destaques, ou mesmo complementação de informações que o usuário tenha e que não estejam na coleção de dados. Com isto o usuário enriquece o sistema. É um processo de mão dupla, no qual o usuário enriquece a si e aos demais através da troca de informações. A juízo do coordenador, esta etapa pode ser feita em grupos, mas é mais interessante que seja individual, para garantir que cada participante de fato conheça o conjunto de informações.

No Passo 2 são feitos os Diálogos de Criação de Ideias. Os participantes, preferencialmente organizados em grupos, desenham propostas para a área, utilizando pontos, linhas ou polígonos. As ideias devem conter nome e descrição. A juízo do coordenador os autores das ideias podem ou não se identificar (no exemplo de uma representação institucional, por exemplo, é interessante a identificação, pois isto fica registrado em atas de decisões). Os grupos podem representar setores da sociedade (empresários, poder público, ambientalistas e etc.) ou valores a serem contemplados (ambiental, social, econômico), ou mesmo divisão por perfis (acadêmicos graduação, acadêmicos pós-graduação, moradores do lugar).

No Passo 3 os participantes leem e avaliam todas as propostas de ideias e fazem comentários por escrito nas que julgarem pertinentes. Os comentários serão fundamentais para a etapa de decisão na votação. A etapa pode acontecer em grupo ou os registros podem ser individuais.

No Passo 4 são feitas as verificações de metas. De fato, esta verificação é dinâmica, e acontece à medida em que as propostas são desenhadas e salvas, pois o script de mensuração é baseado em WPS (*Web Processing Service*) e faz os cálculos e apresenta resultados dinamicamente. Os resultados podem ser configurados para gerarem gráficos, quantitativos ou índices e incrementarem alguma ideia temática. Como exemplos, já foram criados script para mensurar a contribuição ao sequestro de carbono à medida em que eram desenhados polígonos de cobertura vegetal, para mensurar a contribuição aos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). A verificação de metas é um suporte ao ajuste das propostas durante o workshop.

O Passo 5 é a votação, quando cada participante pode registrar se é favorável ou não a cada ideia. Cada proposta pode ser analisada segundo o seu título, a sua descrição e a sua posição no território sobreposta à coleção cartográfica de informações sobre a área. Já foi criado um script para separação das ideias segundo um percentual de votação, que pode ser ajustado pelo coordenador.

Finalmente, no Passo 6 o coordenador prepara a apresentação de resultados. Caso seja de seu interesse, ele pode promover nova rodada de discussões para avaliar as ideias cujo percentual de votação não foi conclusivo quanto à aprovação ou a reprovação. O coordenador pode ainda favorecer ajustes nas propostas que estejam nessas condições. Ele pode preparar gráficos e números no dashboard. Finalmente, ele pode avaliar a qualidade das propostas que venceram nas votações segundo a adequabilidade espacial, quanto à prioridade e quanto à assertividade temática. Ele pode envolver os participantes nesse conjunto de avaliações finais.

O recorte na paisagem do Quadrilátero Ferrífero

Orientados pela visão das montanhas no início do século XVIII, os primeiros exploradores encontraram ouro na região do Quadrilátero Ferrífero (QF), resultando em um ciclo econômico de exploração por dois séculos, seguido pelo desenvolvimento de áreas urbanas e crescimento populacional no território de Minas Gerais (RUCHKYS e MACHADO, 2013).

Atualmente, as cidades da região do QF são reconhecidas como composições históricas do período barroco, algumas delas protegidas como conjuntos históricos e culturais, relacionadas aos "*genius loci*", a essência do Estado de Minas Gerais, não apenas por suas tipologias urbanas, mas também por sua paisagem cultural.

e maneira de usar o espaço. É possível dizer que essa área é a representação da "mineiridade", entendida como o modo de viver em Minas Gerais (VASCONCELLOS, 1968).

Após o ciclo econômico da exploração do ouro, a capital do estado de Minas Gerais, que era Ouro Preto, uma cidade barroca, foi transferida para uma nova cidade, Belo Horizonte, projetada com princípios republicanos e positivistas. Atualmente, Belo Horizonte tem cerca de 2,5 milhões de habitantes, a região metropolitana da Capital tem cerca de 5 milhões e Ouro Preto tem cerca de 70 mil habitantes (IBGE, 2010).

Na década de 1960, foi iniciado o ciclo econômico da exploração do minério de ferro no estado de Minas Gerais, um mineral bastante relacionado à presença de ouro. Desde então, a produção de ferro tem sido uma das bases econômicas mais importantes de Minas Gerais, responsável por 8% do PIB estadual (produto interno bruto) e por quase 5% do PIB nacional no Brasil. Em Minas Gerais, a exploração de ferro no QF é de 150 milhões de toneladas por ano de um mineral classificado como qualidade extraordinária. O ferro da rocha metamórfica itabirito no QF tem tanta qualidade e importância no setor que deu nome ao mineral no mundo.

As principais cidades históricas do QF têm reconhecimento nacional e internacional, mas o território e suas paisagens permanecem desconhecidos para a maioria de sua população. A distribuição das estradas faz com que as pessoas circulem apenas em três eixos principais: (i) estrada norte-sul BR-040, que liga Belo Horizonte ao Rio de Janeiro, paralelamente à Serra da Moeda; (ii) a estrada oeste-leste MG-381 na porção norte que liga Belo Horizonte a Vitória em paralelo à Serra da Piedade; (iii) e a estrada oeste-leste BR-356, na parte sul que liga a BR-040 a Ouro Preto, paralelamente às Serras de Ouro Branco e Ouro Preto. Esses três eixos são bastante claros nos mapas mentais das pessoas, mas as áreas interiores são entendidas como espaços vazios. (Fig. 05).

A delimitação geográfica da região QF em nossos estudos é mais ampla que a área geológica que corresponde apenas ao corpo de ferro, mas inclui os limites de todos os municípios que são interceptados ou que contêm a formação de ferro. O motivo do recorte é porque o QF, apesar de não ser uma unidade administrativa, é uma delimitação útil para estudos futuros de unidades ou âmbitos de paisagem, e é útil que haja também compreensão dos dados e análises em escala municipal. A área do QF tem 11713 km2 e 28 municípios: Alvinópolis, Barão de Cocais, Belo Horizonte, Belo Vale, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Entre-Rios de Minas, Ibirité, Itabira Itabirito, Jeceaba, Mariana, Mário Campos, Moeda, Nova Lima, Ouro Branco, Ouro Preto, Raposos, Rio Acima, Sabará, Santa Bárbara, Santa Luzia, São Brás do Suaçuí, São Gonçalo do Rio Abaixo e Sarzedo (Fig. 06

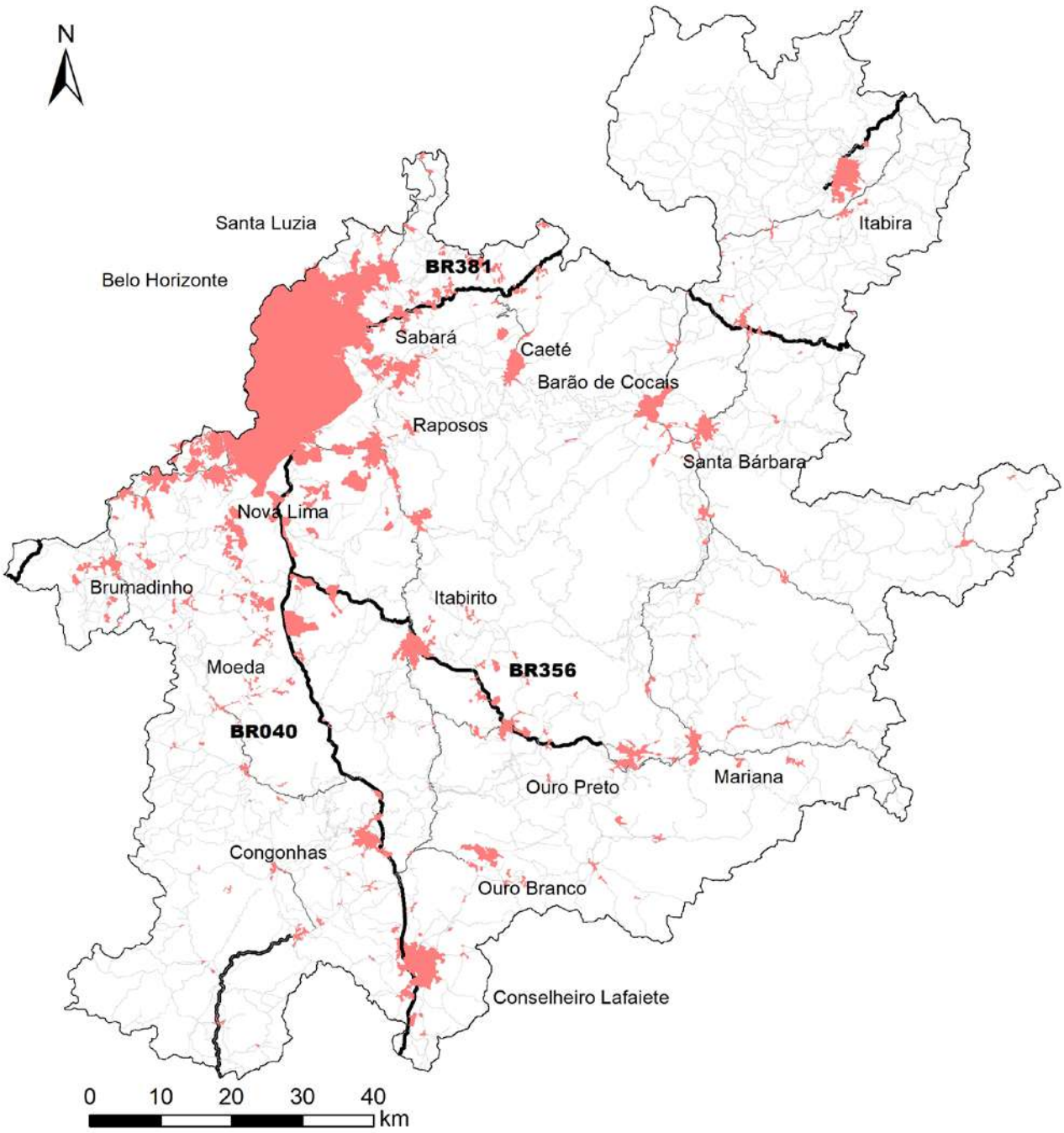


Fig. 05 – Quadrilátero Ferrífero – principais estradas e cidades. Fonte: os autores.

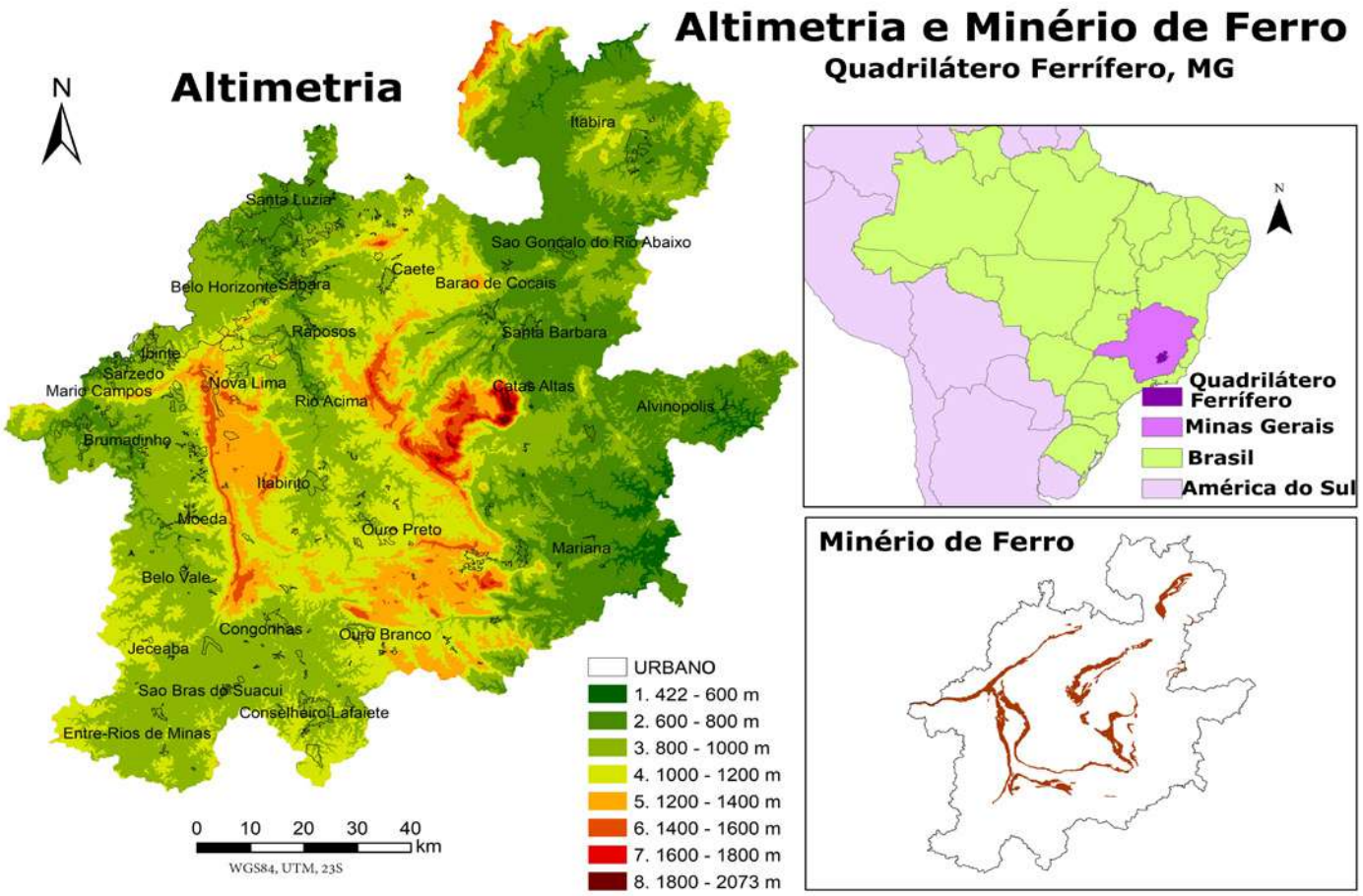


Fig. 06 – Área do minério de ferro e recorte espacial usado na pesquisa sobre o Quadrilátero Ferrífero. Fonte: os autores

Estudos em Geodesign para o Quadrilátero Ferrífero

O primeiro workshop de Geodesign para a área do QF foi promovido antes mesmo da pesquisa objeto da presente publicação. O workshop aconteceu em fase em que o Laboratório de Geoprocessamento estava se capacitando nos métodos de Geodesign e, para isto, convidamos o professor Steinitz, em 2016, um dos principais autores do tema, para vir ao Brasil (STEINITZ, 2012). No mencionado workshop a área foi analisada de acordo com valores econômicos, ambientais e sociais e com base em 10 sistemas de avaliação (dinamismo e pressão de crescimento urbano, riscos geológicos, hidrologia, vegetação, histórico-cultural, mineração e indústria), habitação de alta densidade, habitação de baixa densidade, turismo e transporte).

Participaram do primeiro workshop, conduzido por Steinitz, representantes de diferentes setores da sociedade, incluindo administração pública (governo municipal, estadual e federal), ONGs, academia, representantes das empresas de mineração de ferro, representantes do setor turístico e histórico-cultural e pessoas do lugar. A negociação desafiadora e com elevada complexidade, e foram observadas algumas questões referentes à escala (as propostas criadas não eram consistentes em termos de tamanho), ao local (as pessoas tinham muitas dúvidas sobre a localização das principais características), às opiniões (os participantes não concorda-

ram com o uso de mapas de avaliações que já tinham o julgamento sobre o "lugar certo" para a construção de propostas). A partir desta experiência, foram redigidos alguns relatórios (MOURA et al, 2016) e decidimos realizar o workshop novamente, mas dividido em eixos de análise e a partir da reconstrução de todos os modelos (representação, processo, avaliação, mudança, impactos e decisão).

Depois da primeira experiência, em já em processo da pesquisa inicialmente apoiada pelo CNPq e mais tarde pela Fapemig, foram realizadas 5 outras oficinas de 2017 a 2019, 1 (uma) para discutir o eixo econômico, 2 (duas) para discutir o eixo ambiental e 2 (duas) para discutir o eixo social, porque a ideia era aprofundar em cada discussão e no final promover uma discussão maior e construir uma decisão final.

O workshop do eixo "Econômico" foi realizado em 2017 e trabalhou com os sistemas: ecologia, crescimento urbano, mineração e indústria, turismo, hidrologia e espeleologia. Os participantes do workshop foram pessoas relacionadas a ciências territoriais (geógrafos, geólogos, engenheiros de minas, biólogos, espeleólogos e urbanistas) que tinham muita segurança sobre a temática de estudo. Todos tinham o mesmo nível científico e conheciam o Quadrilátero Ferrífero. Talvez por não estarem presentes pessoas que poderiam polemizar com abordagens muito diferenciadas, ou talvez porque uma questão econômica é muito objetiva, o workshop surpreendeu pela rapidez e facilidade como se chegou a um consenso, o que pode ser observado desde os primeiros projetos. Por este motivo, foi realizado apenas um workshop sobre abordagem econômica (CASAGRANDE, 2018; CASAGRANDE e MOURA, 2018).

O primeiro workshop com o eixo "Social", realizado em maio de 2019, trabalhou com os sistemas: cultura, infraestrutura, meio ambiente, riscos geológicos, economia, transporte, paisagem, crescimento urbano e habitação. O segundo workshop "social" foi realizado em novembro de 2019 e trabalhou com os sistemas: cultura, educação, habitação, saneamento, saúde, crescimento urbano, economia, transporte e meio ambiente. Em todo workshop é desejável que se apresentem sistemas de diferentes naturezas, para os participantes decidirem sobre vários aspectos da realidade, mas sem perder o foco da abordagem temática, de modo que a expectativa é de que as pessoas abordem questões de riscos geológicos, de paisagem e de ambiente, mas em propostas que sejam de interesse para a questão social. Porém, observamos que os participantes do primeiro encontro produziram muito mais propostas de temática ambiental, em detrimento da abordagem social, o que motivou que fosse feito o segundo workshop. No segundo workshop, os sistemas escolhidos favoreceram que as pessoas tivessem mais atenção para a questão social, embora continuassem tendo que lidar com questões gerais do QF (HADDAD et al., 2021).

O primeiro e o segundo workshop com a abordagem “Ambiental” trabalharam com os sistemas: ecoturismo, hidrologia, paisagem, vegetação, empreendedorismo sustentável, crescimento urbano sustentável. Eles foram realizados em 2019. O tema ambiental no Quadrilátero Ferrífero é o mais claro na compreensão e no imaginário das pessoas, que não tiveram dificuldades em fazer propostas e foi fácil chegar a consensos. É uma abordagem que, em geral, resulta em muitas propostas e levanta muitos interesses, pelo fato do Quadrilátero Ferrífero ser reconhecido pelo seu valor ambiental e pelas tragédias ambientais que ali aconteceram decorrentes de rompimentos de barragens. Desta forma, os sistemas em ambos os workshops foram os mesmos, e as alterações foram feitas apenas na composição de times de participantes, para se ouvir diferentes representações da sociedade. No segundo workshop houve um interesse mais específico em se trabalhar com variável água (CAMARGOS, 2020).

Para leituras sobre cada workshop temático em separado, indicamos: CASAGRANDE, 2018; CASAGRANDE e MOURA, 2018; HADDAD et al., 2021; CAMARGOS, 2020; MOURA, ZYNGIER, SENA e FREITAS, 2021; CASAGRANDE e MOURA, 2021; MOURA, MORAIS e MELLO, 2022.

A experiência acumulada ao longo dos workshops iniciais gerou um grande volume de dados e informações, pois mesmo utilizando bases oficiais de instituições, eles foram tratados usando modelos espaciais de distribuição de ocorrências ou fenômenos no espaço. O grupo responsável pelas informações foi composto por especialistas em diferentes conhecimentos em análise espacial, do planejamento urbano ao planejamento rural e regional, da geografia humana à geografia física e geologia, da engenharia ambiental aos estudos históricos e culturais. Cabe apresentar brevemente uma síntese das experiências, cada uma delas objeto de publicações específicas.

Para os primeiros estudos foram produzidas representações da área, caracterizando QF e coletando informações sobre potencialidades e vulnerabilidades. Após a organização de um conjunto robusto de dados em SIG (Sistema de Informações Geográficas), foi decidido que era importante ir além e ampliar a escuta sobre as partes interessadas nas discussões sobre a área. Consideramos as ideias de Batty (2007) que defendeu as tendências do uso de Sistemas de Informação Geográfica em duas novas condições, para incluir mais e diferentes usuários: “Identificamos dois impulsionadores principais – a mudança para a visualização que domina nossa própria interação com o computador e a mudança para disseminar e compartilhar dados e ideias de software pela web”. Esta premissa apoia o conceito de PP-GIS (*Public Participatory Geographic Information System*) em que a plataforma não é apenas um depósito de dados, mas principalmente uma interface entre cidadãos e instituições, um veículo de diálogo para a construção coletiva.

Em todos os workshops colaboraram participantes de diferentes áreas do conhecimento na produção de informações. Nos 6 workshops realizados foi utilizada a estrutura de trabalho (framework) proposto por Steinitz (2012), com o uso da plataforma GeodesignHub, desenvolvida por Ballal com orientação de Steinitz (BALLAL, 2015).

Em cada workshop foram cumpridas as etapas de criação, negociação e debate sobre as ideias, seleção de designs compostos pelas ideias selecionadas na dinâmica de negociação. Desta forma, para todos os workshops foram elaboradas propostas finais. Do conjunto de 5 workshops realizados segundo as temáticas de aspectos econômicos, ambientais e sociais foram eleitos, nos designs finais, o total de 207 polígonos com ideias sobre políticas e projetos para a área. Caberia, portanto, a promoção de um workshop para integração dos resultados parciais anteriores e para a tomada de decisões sobre um design único final.

O workshop de síntese foi realizado com o uso da plataforma GISColab e com a participação de um amplo grupo de colaboradores, composto por pessoas que conheciam tanto o QF como os temas de economia, ambiente questões sociais, cada um em sua expertise. A justificativa para o uso da nova plataforma foi baseada no fato de que ela é estruturada a partir de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), na forma de um WebGis (Sistema de Informações Geográficas disponibilizado em ambiente web), o que permite que o participante acesse uma vasta gama de informações, na forma de mapas temáticos, que apresentam as principais características da área de estudo, em suas vulnerabilidades e potencialidades. Desta forma, o primeiro passo seria favorecer que os atores do processo se enriquecessem de dados sobre o Quadrilátero Ferrífero.

A SDI foi composta por um total de 47 mapas iniciais sobre os principais componentes da área. Eles foram organizados segundos os eixos temáticos: Dados Básicos, Geologia Econômica, Hidrografia, Geomorfologia e Riscos, Natureza e Turismo, Vegetação, Patrimônio Cultural, Novas Urbanizações e Condições Urbanas Existentes, Eixos Rodoviários, Habitação, Infraestrutura e Serviços. O conjunto de mapas é apresentado na Figura 07. (Fig. 07)

Para ser incluída no Contexto, cada camada deve estar preparada para apresentar uma semiologia gráfica adequada: cores, texturas, estruturação dos componentes das legendas, definição de hierarquia visual (BERTIN, 1967). E pode acontecer que a mesma camada seja apresentada com diferentes semióticas em Contextos diferentes, com tratamento gráfico e composição das informações de modo diferente, a fim de facilitar a geovisualização (MOURA, 1994).

Altimetria	Municípios	Estradas; Vias Urbanas	Manchas Urbanas	Limite do QF
Tipos de Extração Mineral	Estratigrafia Geológica	Direito de Exploração Minerária	Direito de Pesquisa Minerária	Potencial uso urbano por riscos geológicos
Áreas transformadas por mineração	Classificação bacias Agência Nacional de Águas	Cursos e corpos d´água	Riscos de ocupação segundo declividades	Risco de contaminação de aquíferos
Vulnerabilidade à erosão	Índice de concentração de rugosidades de terreno	Índice de Hack *3	Unidades geomorfológicas	Índice geomorfológico potencial de uso do solo
Cobertura do solo e uso do solo	Risco à ocupação urbana	Trilhas, trekking e mountain bike	Recorte topográfico de topos	Pontos notáveis
Unidades de conservação de Uso Sustentável	Unidades de conservação de Proteção Integral	Principais tipos de vegetação	Cristas e serras de alta visibilidade	Níveis de visibilidade
Soma de visadas e tipo de paisagem vista	Áreas de campo de visada	Serras relevantes e conjunto topográfico	Pontos de interesse cultural e patrimonial	Patrimônio associado à atividade de mineração
Novos assentamentos de áreas urbanas	Conexões entre áreas urbanas	Hierarquia Urbana	Clusters Urbanos	Acessibilidade e Mobilidade - Rede Rodoviária
Tipo de ocupação em áreas urbanas	Serviços de saúde	Escolas	Renda média	Infraestrutura (Rede de Água, Esgoto, Coleta de Lixo).

Fig. 07 – Relação de mapas produzidos . Fonte: os autores.

* O índice de Hack é um parâmetro quantitativamente significante, pois está relacionado à potência do canal (*stream power)* para transportar material de dada granulometria e às características do canal com a resistência de fluxos.

Os organizadores devem investir nesse tratamento de informações e prepararem as composições das camadas antes de alimentarem a plataforma. Como a ideia era construir uma decisão final a partir das decisões parciais produtos dos workshops anteriores, carregamos os polígonos de ideias escolhidas nos 5 workshops anteriores na plataforma. Tínhamos, então, 207 polígonos inicialmente distribuídos nos sistemas de cada workshop:

a) Workshop Economia - Ecologia, Crescimento Urbano, Mineração, Turismo, Hidrologia, Espeleologia.

b) Workshop Social 1 - Cultura, Infraestrutura, Meio Ambiente, Riscos, Economia, Transporte, Paisagem, Crescimento Urbano e Habitação;

c) Workshop Social 2 - Cultura, Educação, Saúde, Habitação, Saneamento, Crescimento Urbano, Economia, Meio Ambiente, Transporte;

d) Workshop Ambiental 1 e 2 - Ecoturismo, Hidrologia, Paisagem, Vegetação, Empreendedorismo Sustentável, Crescimento Urbano Sustentável;

A coleção de 207 polígonos foi distribuída em contextos. Os contextos são caixas de trabalho propostas pelo organizador, segundo temáticas que ele julgue importantes para as discussões. No workshop de síntese, a definição de contextos foi baseada em Correa (2003), que define o espaço geográfico e os conceitos-chave em geografia como compostos por Paisagem, Local, Região e Território. A abordagem da Paisagem lida com a percepção; o sentido do Lugar

inclui o valor da experiência; a Região apresenta o valor da diferenciação no espaço; e o Território está relacionado ao poder e às forças que dominam o espaço.

Desta forma, na proposição de contextos, Território e Poder foi associado à Produção; Região e Identidade foi associado a Cultura; Paisagem e Percepção foi associado a Ambiente; Lugar e vivência foram associados a Habitar. Foram então compostos os 4 contextos: Produção, Cultura, Ambiente e Habitação.

Os polígonos de ideias oriundos de sistemas de workshops anteriores foram assim distribuídos por contexto. Observa-se que há sistemas em que alguns polígonos foram para um contexto ou para outros, em função das especificidades da proposta (a exemplo de Infraestrutura, cujas ideias foram para Produção ou para Habitação):

a) Produção - Território e Poder - com o objetivo de discutir a produção econômica e possíveis desenvolvimentos e empreendedorismo no QF, da mineração às atividades imobiliárias, da produção local às novas possibilidades econômicas. Foram inseridos polígonos dos seguintes sistemas anteriores: Infraestrutura, Economia, Transporte, Educação e Mineração.

b) Cultura - Região e Identidade - com o objetivo de mapear as ocorrências de valor cultural, na paisagem urbana ou ambiental, bem como as possibilidades de desenvolver esse valor no QF. Foram inseridos polígonos dos sistemas anteriores: Cultura, Paisagem, Turismo, Ecoturismo e Educação.

c) Ambiente - Paisagem e Percepção - com o objetivo de mapear os recursos existentes de cobertura vegetal e recursos hídricos, assim como as áreas protegidas por lei. Foram inseridos polígonos dos sistemas anteriores: Ambiente, Riscos, Paisagem, Ecoturismo, Ecologia, Hidrologia.

d) Habitação - Local e Experiência - para caracterizar a ocupação humana existente em termos de tipos, recursos, infraestrutura, conexões, novas ocupações, riscos à ocupação, renda, serviços básicos, entre outros. Foram inseridos polígonos dos sistemas anteriores: Infraestrutura, Riscos, Transporte, Crescimento Urbano, Habitação, Educação, Saúde, Saneamento.

Os polígonos existentes distribuídos por Contexto foram: 71 polígonos em “Habitação”, 38 em “Cultura”, 57 em “Ambiente” e 41 em “Produção”. A distribuição nos 4 contextos foi apenas para facilitar o trabalho de seleção e discussão, pois no final o resultado é um conjunto de ideias de interesse, independentes dos contextos, mas aprovadas pelos participantes.

Preparada a coleção de mapas na forma de IDE segundo temas, e prontos os contextos alimentados pelos polígonos de ideias segundo eixos de discussão, era o momento de iniciar o workshop. O esquema seguiu os seguintes passos: enriquecimento de leitura, análise e comentário de ideias, desenho de novas ideias, votação, visualização dos resultados. (Fig. 08).

Fig. 08 – Etapas do workshop. Fonte: os autores.

Fig. 09 – Enriquecimento de Leitura – Anotações em pinos codificados com cores segundo temáticas de interesse, contendo alertas e destaques. Fonte: os autores.

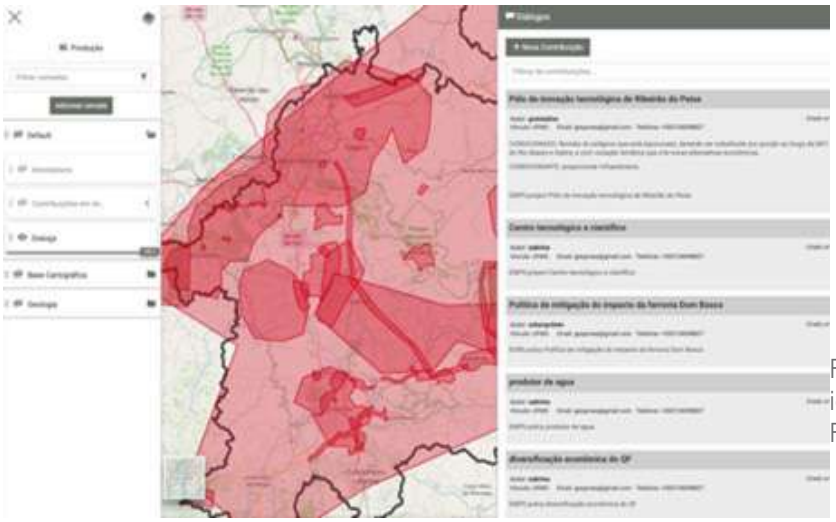


Fig. 10 – Diálogos – avaliação de polígonos de ideias e eventual acréscimo de novas ideias. Fonte: os autores.

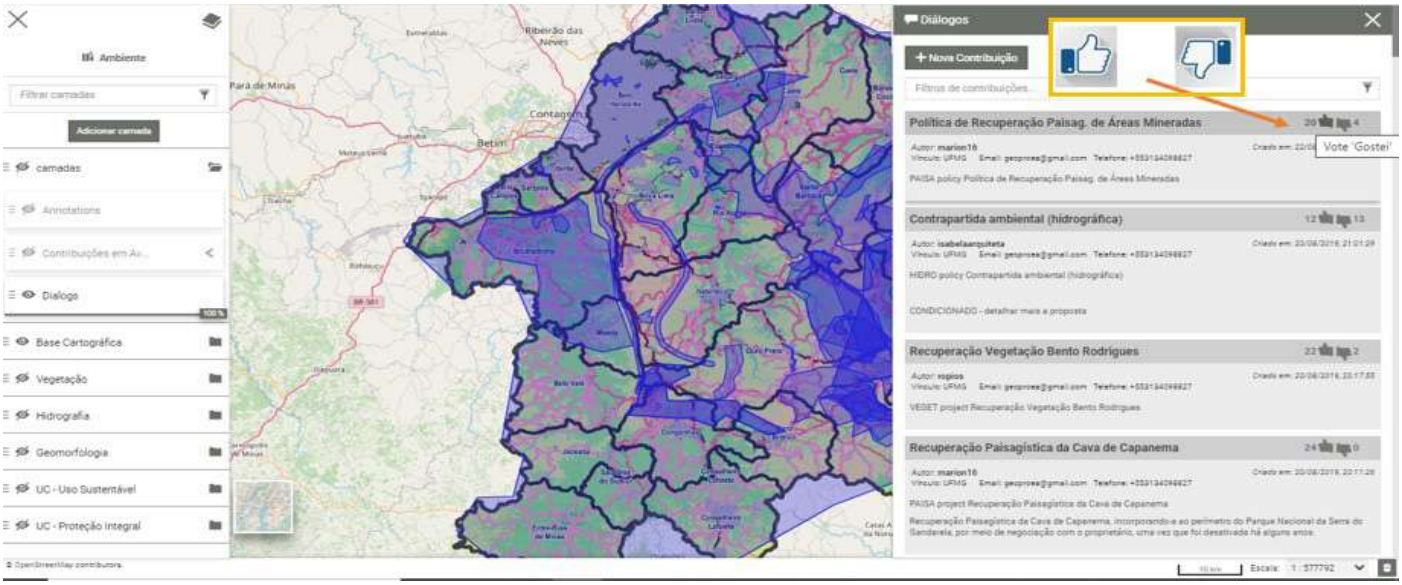


Fig. 11 – Comentários e votação. Fonte: os autores.

O conjunto de participantes foi dividido em 4 grupos. O Enriquecimento de Leitura foi realizado de modo individual (Fig. 09). A etapa de Diálogos, de avaliação dos polígonos de ideias existentes e acréscimo de novas ideias, foi feito em grupos (Fig. 10). A redação de comentários seguido de votação foi individual (Fig. 11). A visualização de resultados e últimas discussões de ajustes foi em grupos. Nas decisões finais, um conjunto de ideias foi reprovado pela maioria, um conjunto ficou entre aprovação e reprovação, e um conjunto foi aprovado. (Fig. 12).

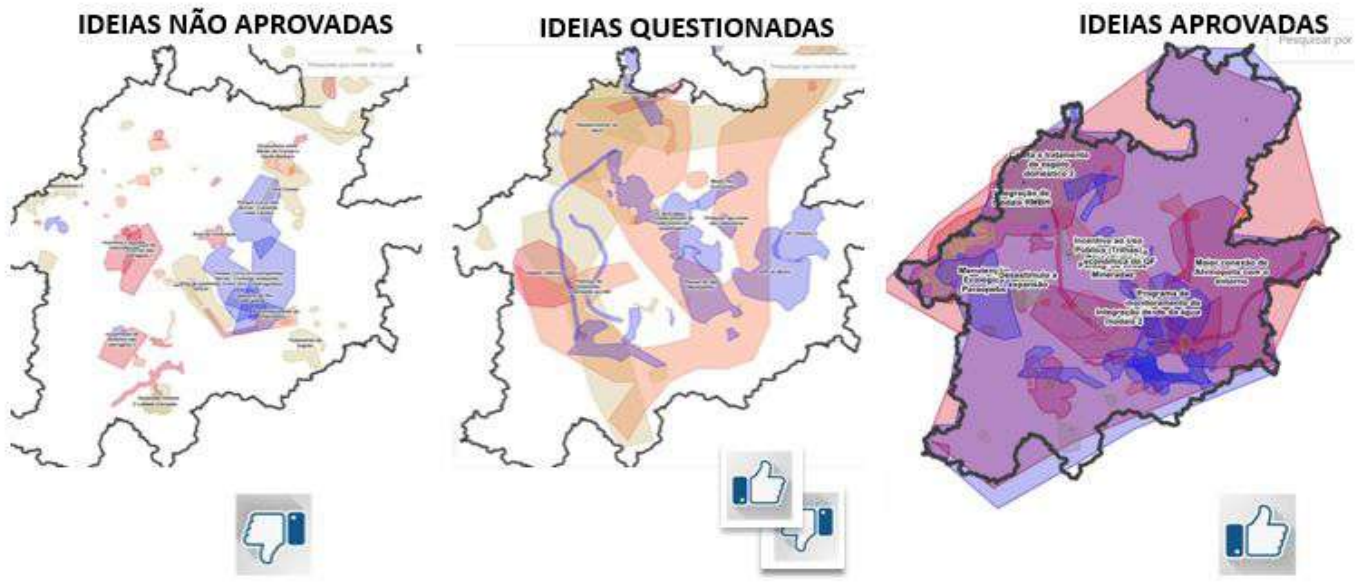


Fig. 12 – Resultado das negociações e votações. Fonte: os autores.

A juízo do coordenador, o conjunto de ideias em questionamento poderia ser submetido a nova rodada de negociações, quando seriam feitos ajustes (quanto à localização, mudanças de condições específicas, ou melhores explicações) e elas iriam a nova votação. (Tabela 1).

	Polígonos de ideias iniciais ou incluídas no workshop	Ideias reprovadas	Ideias questionadas, para nova avaliação	Ideias aprovadas
Habitação	71	16	27	28
Cultura	38	6	7	25
Ambiente	59	7	26	26
Produção	41	9	12	20

Tabela 1 – Relação de polígonos de ideias por contexto e resultado

Resultados e Conclusões

Após a experiência, foram aplicados questionários para coletar opiniões dos participantes. Como resultado, observou-se que 51% já havia trabalhado em outra plataforma e estrutura diferente, enquanto 49% estava utilizando uma plataforma de Geodesign pela primeira vez. Todos os participantes tiveram alguma experiência com análise e planejamento espacial, mesmo em diferentes áreas de trabalho.

Após o workshop, 96% deles declarou ter melhorado seus conhecimentos sobre Geodesign e 92% declarou que melhoraram seus conhecimentos sobre QF, o que é um feedback relevante sobre como melhorar a tomada de opinião sobre a área. Eles deixaram comentários com sugestões que estão sendo consideradas nas análises dos aplicativos.

Sobre o uso da plataforma, 82% dos participantes declarou que era “bastante fácil” ou “fácil” desenvolver o Passo 1 (Enriquecimento da Leitura) e selecionar camadas e registrar anotações. Sobre os Passos 2 e 3 (Criação de ideias, Redação de Comentários e Votação), 84% declarou que era “bastante fácil” ou “fácil” fazê-las. E sobre o Passo 4, Negociação Final, foi “bastante fácil” ou “fácil” para 79% dos participantes.

É válido declarar que os participantes eram pessoas que tinham experiência de trabalhar com mapas, dados e planejamento, o que significa que os próximos desafios devem ser atuar com pessoas de diferentes níveis sociais e formações. Mas os resultados já foram particularmente bons.

Diante do manifestado pelos participantes e observado no workshop, não tivemos dúvida do potencial do Geodesign como método de planejamento compartilhado, por processo de cocriação e geovisualização. A ferramenta em si, o GIS-Colab, se mostrou intuitiva e de fácil uso por pessoas que já são da área de planejamento (arquitetos, geógrafos, geólogos, biólogos, profissionais das ciências

sociais). Então a decisão por continuar a aplicar o Geodesign está colocada, com maiores investimentos nos ajustes da plataforma.

Contudo, avaliando a qualidade das propostas em si, ainda há alguns questionamentos, feitos pela equipe de coordenação. E é com sinceridade que registramos nossas avaliações, pois já demos novos passos no sentido de ajustes e evolução. As limitações observadas foram:

a) Notamos grande dificuldade dos participantes em pensarem e planejarem em escala regional. Mesmo os com formação mais específica na temática não estão acostumados a participarem de processos de planejamento nesse recorte;

b) As abstrações que os participantes precisariam fazer para entenderem o conjunto de mapas e associarem às imagens mentais que eles têm da paisagem foi limitada, dada a dificuldade com a escala;

c) Todos os participantes relataram que conhecem grande parte do Quadrilátero Ferrífero, mas nenhum dos participantes conhecia a sua totalidade, considerando que é uma área de cerca de 150 km por 150 km, com muita complexidade de composição e muitas partes de difícil acesso;

d) Observamos muita desconformidade na relação de escala: polígonos de ideias gigantescos em relação à realidade espacial, em desconformidade com proporções locais. É verdade que nesta etapa o que se faz é um brainstorm de ideias, que em momento posterior devem ser ajustadas por conhecimento especialista, mas a desproporção chamou a atenção;

e) Notamos que poderíamos ter evitado redundâncias de ideias, para reduzirmos o número de polígonos, pois os participantes não mantiveram a mesma energia e interesse do início ao fim, então as primeiras avaliações foram mais bem feitas que as últimas.

Sobre a questão de redundância de ideias, já havíamos iniciado o desenvolvimento de um script em ETL, para “limpeza” de polígonos e facilitação na negociação. O script identifica polígonos que têm a mesma proposta e estão na mesma localização, mas há variação da forma, havendo a possibilidade de se escolher apenas um, ou de fusão das ideias em uma única (similaridade topológica). O script identifica também ideias semelhantes, mas em posições diferentes, para se avaliar a melhor localização na escolha (similaridade locacional). O script identifica conflitos de interesse quando duas ideias com conceitos opostos são propostas para um mesmo lugar, cabendo negociações e avaliações (conflito conceitual). Finalmente, o script identifica ideias que são semelhantes, mas receberam denominações diferentes devido à falta de um código compartilhado de denominações (conflitos taxonômicos). (Fig. 13).

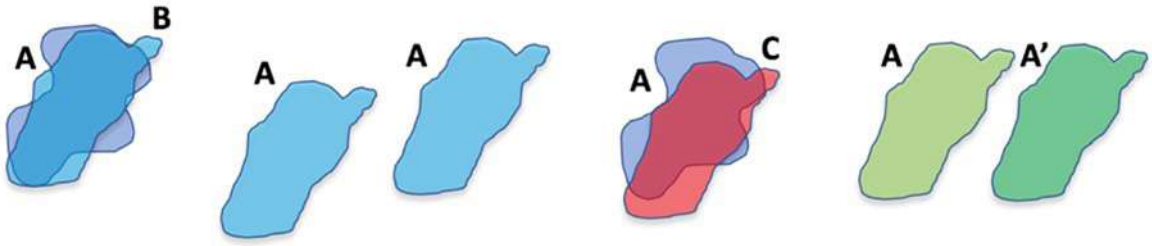


Fig. 13 - Lógica de avaliação de semelhanças em polígonos (topológica, locacional, conceitual e taxonômica). Fonte: Freitas e Moura (2018).

Contudo, é necessário finalmente destacar o aumento do interesse sobre a região do Quadrilátero Ferrífero (92% das pessoas manifestou a ampliação do interesse) e o aumento do interesse em participarem de processos participativos a exemplo do Geodesign (96% das pessoas manifestou a ampliação de interesse).

Diante das críticas e avaliações feitas pela equipe do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG, observamos que o produto do workshop, embora tenha o seu valor, não pode ser compreendido como um plano para ser levado à aplicação.

Consideramos, desta forma, o processo como uma contribuição ao aprendizado transformativo - *Transformative Learning* - conceito de Forester (1999) e associado ao Geodesign por Moura e colegas (2021). O Geodesign pode atuar como um elemento de suporte à participação, para promover um amplo debate entre usuários ou especialistas. O resultado é um cenário mais colaborativo e equitativo de planejamento participativo. Neste contexto, o Geodesign revela-se como um processo criativo e projetivo com potencial para transformar o consenso. Para se aprender sobre o lugar e suas questões através da prática de planejamento. O resultado final não necessariamente é um suporte à decisão, um produto final, mas certamente é um suporte à construção de opinião. Em outras palavras, constitui-se um suporte para a construção do conhecimento e conscientização do cidadão sobre um lugar.

Diante do avaliado, iniciamos então uma importante contribuição aos estudos do Quadrilátero Ferrífero, que é a principal motivação do presente livro: a abordagem sobre Unidades de Paisagem (UPs) que, uma vez investigadas e elaboradas, seriam a base para um zoneamento e consequente proposta de planejamento e gestão para o QF. Uma vez elaboradas as UPs, seriam indicados características principais, usos potenciais, vulnerabilidades e potencialidades. Um material como este tornaria os estudos propositivos futuros para a área muito mais embasados, e talvez as fragilidades observadas nas etapas anteriores seriam ajustadas.

Foi decidido que o processo seria realizado com o suporte do Geodesign, na plataforma GISColab, pois o seu princípio seria desenhar "com" e "para" a geografia, por decisão compartilhada entre os membros da equipe, em ações de co-criação e geovisualização. As análises seriam baseadas em investigações sobre as Unidades de Paisagem Urbana, Rural, Ambiental e Geossistêmica, e as decisões sobre a integração nas Unidades de Paisagem do Quadrilátero Ferrífero, segundo suas delimitações espaciais e indicativos de potencialidades e vulnerabilidades ao uso, seriam feitas em workshop de Geodesign. O processo e os produtos obtidos fazem parte dos capítulos e do material gráfico presentes no livro.

Referências Bibliográficas

BALLAL, Hrishikesh. Collaborative planning with digital design synthesis. Doctoral Dissertation. University College London. 2015.

BATTY, Michael. Planning Support Systems: Progress, Predictions, and Speculations on the Shape of Things to Come. UCL Centre For Advanced Spatial Analysis. Working Papers Series. Paper 122, set. p. 1-25. 2007.

BERTIN, Jacques. Semiologie graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes. Paris, Mouton et Gauthier-Villars, p. 34-39. 1967.

CAMARGOS, Lourdes Manresa. Geovisualização e seu potencial na inclusão da infraestrutura azul no planejamento territorial: estudos de caso em escalas regional e local no Quadrilátero Ferrífero/MG. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, 2020, 174 p. Supervisor: Prof. Ana Clara Mourão Moura.

CASAGRANDE, Pedro B. O framework geodesign aplicado ao Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais/Brasil): a Geologia como base de planejamento de futuros alternativos para o Quadrilátero Ferrífero. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2018. 127 p. Supervisor: Prof. Ana Clara Mourão Moura.

CASAGRANDE, Pedro B.; MOURA, Ana Clara M. The Geological Workshop of Geodesign for Landscape Planning. In A. Leone & C. Gargiulo (Eds.), Environmental and territorial modelling for planning and design, 2018, p.595-602. Naples: FedOAPress. ISBN: 978-88-6887-048-5, doi: https://doi.org/10.6093/978-88-6887-048-5

CASAGRANDE, Pedro B.; MOURA, Ana Clara M. Workshop of Geodesign: Geology as the Basis for Planning Alternatives Futures for the Quadrilátero Ferrífero. In: La Rosa D., Privitera R. (eds) Innovation in Urban and Regional Planning. INPUT 2021. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 146. Springer, Cham, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68824-0_30

CORRÊA, Roberto Lobato. Região e Organização Espacial. São Paulo, Editora Ática, 2003. 7ª ed. Série Princípios.

DANGERMOND, Jack. GIS: Designing our future, ArcNews Online, 2009. available at: http://www.esri.com/news/arcnews/summer09articles/gis-designing-our-future.html

ERVIN, Stephen. A system for Geodesign. Keynote: 27 May 2011. Abstract. p. 158-167, 2011.

FLAXMAN, Michael. Geodesign: Fundamental Principles and Routes Forward. Talk at GeoDesign Summit, 2010. Available in: https://www.esri.com/videos/watch?videoid=elk067YU2s8. Consultado em 17/1/2019

FREITAS, Christian R.; MOURA, Ana Clara M. ETL Tools to Analyze Diagrams' Performance: Favoring Negotiations in Geodesign Workshops. DisegnareCon, v.11, n.20, 2018. p. 15.1 - 15.23.

FREITAS, Christian R. Tecnologias de geoinformação no planejamento territorial: novas formas de produção, compartilhamento e uso de dados espaciais. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFMG. 2020. 269 p. Orientação: Profa Ana Clara Mourão Moura.

FORESTER, John. The Deliberative Practitioner: Encouraging Participatory Planning Processes, MIT Press, Cambridge, MA, 1999.

HADDAD, Mônica A.; MOURA, Ana Clara M.; COOK, Vivian M.; LIMA, Thiago L. The Social Dimensions of the Iron Quadrangle Region: An Educational Experience in Geodesign, The Professional Geographer, Volume 73, Issue 3, 2021, p. 504-520. DOI: https://doi.org/10.1080/00330124.2021.1895849

IBGE, 2010. Censo demográfico 2010. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html

LI, Naicong; ERVIN, Stephen; FLAXMAN, Michael; GOODCHILD, Michael. Design and Application of an Ontology for Geodesign. Revue Internationale de Géomatique, vol. 22, n. 2, 2012, p. 145-168.

MILLER, William. Introducing Geodesign: The Concept. ESRI Press, Redlands, 2012. 36 p.

MOURA, Ana Clara M. O Papel da Cartografia nas Análises Urbanas; Tendências no Urbanismo Pós-Moderno. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.2, n.2, 1994. pp. 41-73.
MOURA, Ana Clara M.; MARINO, Tiago. B.; BALLAL, Hrishikesh; RIBEIRO, Suellen R.; MOTTA, Silvio R. F. Interoperability and visualization as a support for mental maps to face differences in scale in Brazilian Geodesign processes. Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna, 35, 2016, p.89-102.
MOURA, Ana Clara M. O Geodesign como processo de co-criação de acordos coletivos para a paisagem territorial e urbana. In LADWIG, N.I. & Campos, J. B. (Eds.), Planejamento e gestão territorial: o papel e os instrumentos do planejamento territorial na interface entre o urbano e o rural, UNESC, Criciúma, SC, 2019, p. 16-59.
MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, Christian Rezende. Brazilian Geodesign Platform: WebGis & SDI & Geodesign as Co-creation and Geo-Collaboration. Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: Springer International Publishing, 2020, v. 12252, p. 332-348.
MOURA, Ana Clara M. Escolhas Conscientes em Tecnologias de Geoinformação para Representação, Análise, Simulação e Proposição para um Território: Suporte ao Geodesign. In.: SUTIL, Thaíse, PEREIRA, Jori R.; LADWIG, Nilzo I.; ZOCCH, Jairo J.; PEREIRA, Jader L. Geoprocessamento na análise ambiental. Criciúma (SC): Unesc, 2020. Cap. 1, p. 11-68. DOI: http://dx.doi.org/10.18616/geop01
MOURA, Ana Clara M.; FREITAS Christian R., FREITAS, Vanessa T.; SÁ, Ana Isabel A. Geodesign Using GISColab Platform: SDI Consumed by WMS and WFS & WPS Protocols in Transformative-Learning Actions in Planning. In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021. ICCSA 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12954. pp. 448-462. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86979-3_32
MOURA Ana Clara M.; FREITAS Christian R. Co-creation of Ideas in Geodesign Process to Support Opinion and Decision Making: Case Study of a Slum in Minas Gerais, Brazil. In: La Rosa D., Privitera R. (eds), INPUT 2021: Innovation in Urban and Regional Planning, Lecture Notes in Civil Engineering, Vol. 146. Springer, Cham. 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68824-0_28
MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, Christian R. Scalability in the Application of Geodesign in Brazil: Expanding the Use of the Brazilian Geodesign Platform to Metropolitan Regions in Transformative-Learning Planning. Sustainability 13, no. 12: 6508. 2021. https://doi.org/10.3390/su13126508
MOURA, Ana Clara M.; ZYNGIER, Camila M.; SENA, Ítalo S.; FREITAS, Vanessa T. "Geodesign Experiments in Areas of Social Vulnerability in the Iron Quadrangle, Minas Gerais, Brazil. Land 10, no. 9: 958, 2021. https://doi.org/10.3390/land10090958
MOURA, Ana Clara M.; MORAIS, Camila F.; MELLO, Tiago A. Geodesign and Sustainable Development Goals in the environmental parameterization of the Iron Quadrangle region, Brazil: an academic experience. In: International Journal of Building Pathology and Adaptation, 2022. Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. https://doi.org/10.1108/IJBPA-11-2021-0143
MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, Christian R.; ROSA, Ashiley A. O Geodesign como suporte aos valores contemporâneos em planejamento ambiental e urbano. In.: FRUEHAUF, Amanda Lombardo; ROSA, Ashiley Adelaide; MARUYAMA, Cíntia Miua, COELHO, Matheus Aguiar (Org.). Geodesign no Brasil: abordagens para o planejamento ambiental urbano. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 13-39. https://pedroejoaoeditores.com.br/2022/wp-content/uploads/2022/05/EBOOK_Geodesign-no-Brasil-1.pdf
RUCHKYS, Úrsula, MACHADO, Márcia M. M. Patrimônio geológico e mineiro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais – caracterização e iniciativas de uso para educação e geoturismo. Boletim Paranaense de Geociências, v. 70, 2013. p. 120-136.
STEINITZ, Carl. A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design. ESRI Press, Redlands, 2012.
STEINITZ, Carl. Um framework para o Geodesign: alterando a geografia através do design. Tradução Ana Clara Mourão Moura e contribuição Patrícia Finelli. ESRI Press, Redlands, 2016. 224 p.
VASCONCELLOS, Sylvio de. Mineiridade: Ensaio de Caracterização. Belo Horizonte, Imprensa Oficial, 1968. 197 p.

CAPÍTULO 5
A PAISAGEM URBANA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: UNIDADES DE PAISAGEM E ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Ana Clara Mourão Moura

Vanessa Tenuta de Freitas

Silvio Romero Fonseca Motta

Resumo

O capítulo tem como objetivo propor um modo de classificação das unidades de paisagem urbana e, mais especificamente, para a paisagem urbana do Quadrilátero Ferrífero. Ele apresenta breve estado da arte sobre a formação da rede e dos núcleos urbanos no Brasil, com vistas a demonstrar o papel do Quadrilátero Ferrífero na formação do quadro e vida urbana no Brasil e, sobretudo, de demonstrar a importância das linguagens arquitetônicas presentes na região que são elementos iniciais dos pilares da arquitetura brasileira. As unidades de paisagem são definidas com base em unidades observáveis a partir da avaliação morfológica da paisagem. São escolhidas como variáveis de referências as de identificação visual, quais sejam a morfologia das vias, a volumetria edificada e tipologia arquitetônica predominante. Realizada a análise combinatória dos mapas de variáveis são identificadas as tipologias principais. Como o estudo do Quadrilátero Ferrífero tem escala regional, foi de interesse ampliar as Unidades de Paisagem (UPs) urbanas para suas áreas de influência, considerando os fatores de conexões entre as cidades (rede viária e de estradas) e os fatores de impedimento (atritos ao deslocamento em função de serras e hidrografia principal). Neste sentido, são identificadas as áreas de influência e as referências principais nas paisagens regionais para cada fragmento urbano. O resultado apresentado é composto pelo procedimento metodológico de identificação de Unidades de Paisagem Urbana, de identificação de Áreas de Influência das Paisagens Urbanas, e os produtos propriamente ditos, que são base para ações de planejamento e gestão da paisagem, sobretudo integrados às demais etapas do estudo de outros eixos interpretativos de UPs (rural, ambiental e geossistêmico).

Introdução

O capítulo se soma aos demais para apresentar as especificidades da paisagem do Quadrilátero Ferrífero como base para a formação da cultura no Brasil e, mais especificamente, da cultura urbana. Textos anteriores demonstraram que, embora tardia, quase 200 anos após a chegada dos portugueses no Brasil, aconteceu a ocupação das terras hoje reconhecidas como Minas Gerais. Não obstante, a sua importância definiu rumos da rede urbana brasileira através da interiorização, do surgimento de novas cidades e, principalmente, da formação de quadro urbano permanente.

Em momentos anteriores, a ocupação de aglomerados ditos urbanos, com

concentração de população em uma porção do território, acontecia no litoral e não conformava quadro urbano permanente. A permanência das pessoas nas cidades era condicionada a períodos de entressafra da produção agrícola, e a referência econômica ainda era o campo. As cidades eram, sobretudo, entrepostos comerciais (REIS FILHO, 1968).

Foi com o processo de interiorização e a descoberta inicialmente do ouro e, na sequência, dos diamantes, que a coroa portuguesa decidiu estruturar de modo mais eficaz os núcleos urbanos e aqui assentar um quadro de funcionários públicos que poderiam controlar a expressiva riqueza encontrada. Naturalmente, se somaram aos novos moradores uma população atraída para a prestação de serviços e se formou uma rede para o abastecimento ao consumo, uma vez que as terras auríferas e diamantíferas eram destinadas preferencialmente à exploração mineral. O Quadrilátero Ferrífero tem papel central nesse processo, e nele foram instaladas as primeiras cidades, marcadas pela arquitetura barroco-portuguesa em seus elementos principais.

Não obstante a ausência de normativas de desenho urbano, existia uma intenção em parametrizar a conformação arquitetônica de modo que o padrão predominante foi de casas em fita, sem afastamentos frontais e laterais, com lotes muito alongados para se adaptarem à complexa topografia, e com a expressiva presença de quintais, compondo o equilíbrio de massa vegetada tão importante quanto a massa edificada. Pode-se resumir a paisagem colonial mineira como vias que se serpenteiam na topografia e são definidas pelo alinhamento das casas, essas conformadas pelo equilíbrio entre elementos cheios e vazados em massas brancas e estruturas coloridas, com predomínio da pedra no embasamento e a madeira nos elementos estruturais. Há singela e equilibrada proporção entre as partes de cheios e vazados. E há equilibrada e expressiva proporção entre arquitetura e cobertura vegetal, entre casas e quintais.

O barroco na conformação urbana se apoia na escolha de posições notáveis para a arquitetura de destaque: igrejas e prédios públicos. Eles são instalados, já após a malha urbana estar bastante conformada, nos pontos notáveis da topografia, para os quais os olhares se dirigem. Assim, a cruz e espada se materializam na cidade e demostram a ordem e o domínio político. O barroco é mais claramente visível na arquitetura monumental, sobretudo nas igrejas, onde a profusão de elementos e cores revela a complexa relação entre o sagrado e o profano. Embora os traços iniciais tenham sido trazidos pelos portugueses, há autores que defendem o surgimento de expressões arquitetônicas genuinamente brasileiras, em função das adaptações aos materiais, ao clima, à introdução de artífices locais (GRAEFF, 1957, 1959). Esta expressividade brasileira e, inicialmente mineira, é mais presente em Diamantina, mas pode ser identificada também nas cidades do ouro do Quadriláteo Ferrífero.

Minas Gerais é o berço da inconfidência, ocorrida no final do século XVIII, período de declínio da produção aurífera. A cobrança de impostos, o recolhimento da fração de um quinto da produção, provocou revoltas e insatisfações, ao mesmo tempo em que novos pensamentos eram trazidos por estudantes que se formavam no exterior e observavam novas referências relacionadas às ideias Iluministas da França e da Independência dos Estados Unidos da América. A conjuração foi abafada, mas foi seguida por várias revoltas que se espalharam no país por um século, a exemplo da Conjuração Carioca (1794), a Conjuração Baiana (1796), a Conspiração dos Suassunas (1801) e a Revolução Pernambucana (1817) (CHIAVENATO, 1989).

As revoltas deixaram raízes de novos pensamentos, que se conformaram na Proclamação da República no século seguinte (1889). A nova fase foi marcada pelos valores do positivismo, propostos por Auguste Comte na segunda metade do século XIX e começo do século XX. A nova paisagem urbana é definida pelo desenho urbano que se apoia na razão, na geometria, na setorização espacial de atividades e no sanitarismo. Como Ouro Preto, capital de Minas Gerais, era por demais barroca e tinha a imagem associada à coroa portuguesa, decidiu-se pela transferência da capital e pela adoção de uma linguagem urbana e arquitetônica que traduzisse os novos valores. Belo Horizonte, símbolo desta mudança, data de 1897. O republicanismo definiu como base a confederação de estados guiados por um poder central e, para isto, seria simbólico estabelecer a nova capital em uma posição mais central do estado. Na transferência da capital para Belo Horizonte nasce a ideia, republicana, da transferência da capital do Brasil para Brasília.

Belo Horizonte foi projetada por Aarão Reis, associado à Escola Positivista do Rio de Janeiro. Ruas e avenidas geometrizadas em duas malhas reticuladas sobrepostas, conformando campos de visada para posições notáveis que alguns autores chegam a associar à permanência do pensamento barroco. (MAGALHÃES e ANDRADE, 1989). Os princípios de cidade jardim, com equilíbrio entre massa vegetada e massa edificada também são observados no traçado inicial. Como foi o princípio da razão e da geometria que definiram o desenho do espaço, foi planejada para acontecer apenas dentro dos limites da Avenida do Contorno, com previsão de receber apenas 200 mil habitantes. (LIMA, 1994).

Princípios positivas no Brasil definem a reforma do centro do Rio de Janeiro pelo prefeito Pereira Passos (1902-1906), baseada no sanitarismo e associada à reforma da vacina promovida por Osvaldo Cruz. Nesse momento, os planos urbanos assumem a forma inicial de desenhos urbanos e projetos de reconstrução urbana, com destaque para o Plano Agache para o Rio de Janeiro, da década de 1930, quando a cidade foi redesenhada segundo traços positivistas, buscando garantir o embelezamento da paisagem e as ações sanitárias contra a febre amarela (PREFEITURA DO DISTRICTO FEDERALDA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 1927).

Planos urbanísticos, concebidos como planos diretores de cidades, surgem na década de 1930, como no caso do Plano Diretor da Cidade de Belo Horizonte, de 1934, que se baseava na setorização das atividades, buscando garantir o uso e ocupação das áreas urbanas ordenadas (VILLAÇA, 1999). A partir daí, o planejamento urbano carrega um cunho modernista, e os novos planos diretores das cidades seguem a mesma lógica, moldados como processos em que o Estado desempenha um papel preponderante na construção da paisagem coletiva, que era delimitada por o estabelecimento de áreas de zoneamento e o controle sobre os parâmetros para construção de edifícios.

A arquitetura do período positivista, se diferenciando da linguagem barroca, adota a busca das referências passadas revisitadas, através do neoclássico, seguida da liberdade formal do Art Nouveau e da limpeza de formas do Art Déco. Na Belo Horizonte positivista há significativos exemplos destas expressões, inicialmente nos neoclássicos e com ricos exemplos do Art Déco. A limpeza formal prepara as bases para o que seria o modernismo pleno na Arquitetura, a partir das décadas de 1930 e 1940.

Belo Horizonte foi, sem sombra de dúvida, um dos berços do modernismo brasileiro, materializado na obra de Niemeyer a pedido de Juscelino Kubitscheck, prefeito em 1940, governador do estado em 1951 e presidente do Brasil em 1956. A pedido de Juscelino, Niemeyer projetou Pampulha que, segundo ele mesmo revelou, foi o princípio de Brasília. Estavam ali colocados os pilares da linguagem modernista brasileira que, em Minas Gerais, teve seus expoentes, como Silvio de Vasconcellos e muitos outros.

Assim, há autores, como Lourival Gomes Machado (1969), estudioso do Barroco Mineiro, que defendem que em Minas, no século XVIII, manifestou-se artisticamente, pela primeira vez, uma autêntica cultura brasileira, com criatividade e expressões libertas dos estritos cânones importados da arte europeia. Na linguagem modernista, iniciada no positivismo e ampliada no que é mais reconhecido como modernismo propriamente dito, materializado em Pampulha, Belo Horizonte é referência urbana e arquitetônica. Desta forma, é inquestionável a importância da cultura mineira na formação da vida urbana brasileira, em termos de evolução urbana e arquitetônica, e, mais especificamente, do Quadrilátero Ferrífero, onde as citadas transformações aconteceram.

Nesse sentido, o presente capítulo se soma aos demais na identificação das paisagens notáveis do Quadrilátero Ferrífero, apresentando procedimento metodológico para, através de produção cartográfica, compor as possíveis combinações identificáveis na paisagem. São observadas manchas urbanas de traçado regular e irregular; modernistas e barrocas ou de livre linguagem; verticalizadas e não verticalizadas.

A questão normativa na paisagem municipal e urbana

A Constituição Federal de 1988 foi o momento marcante para a implantação dos planos diretores de cidades no Brasil. Essas definições se tornaram lei apenas em 2001, com a edição da Lei Federal 10.257, o Estatuto da Cidade. A lei define que o plano diretor da cidade, aprovado pela Câmara Municipal, é obrigatório para qualquer cidade com mais de vinte mil habitantes, e é o instrumento básico das políticas de desenvolvimento e expansão urbana. Institui-se, também, a necessidade de participação cidadã.

O plano diretor deve contemplar não apenas as áreas urbanas, mas todo o território municipal. Mas, para que isso acontecesse, seria necessário compreender o significado das unidades de paisagem, parcelas do território com características homogêneas e identificáveis, que seriam então utilizadas como unidades de planejamento.

Os Planos Diretores brasileiros não partem de um estudo inicial sobre unidades de paisagem, valores notáveis, nem a essência das porções territoriais. Antes, aplicam a lógica dos usos e ocupações predominantes existentes e, essencialmente, se apoiam nos parâmetros morfométricos relacionados a regras de parcelamento do solo e a envolvente do edifício. Não há discussões sobre parâmetros culturais e há pouca inclusão de parâmetros ambientais. Nesse sentido, não tratam do conceito de paisagem, pois a cidade é tratada como a soma dos parâmetros morfométricos que atendem às expectativas do mercado (HERCULANO, 2018).

Esta é uma importante contribuição do presente trabalho. No Brasil os Planos Diretores limitam-se às áreas urbanas ou mesmo às áreas municipais. Não há experiência ou mesmo intenção política de pensar Planos Diretores em escala regional que possam abranger uma área maior interligada por paisagens transformadas e protegidas, considerando valores culturais e ambientais, e o primeiro passo para isso é a definição de unidades de paisagem.

No que se refere ao patrimônio paisagístico, essas leis e processos limitam-se a um instrumento denominado “Chancela das Paisagens Culturais Brasileiras”, proposto pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional em 2009. O instrumento propõe a proteção de paisagens de notável valor, sem abordar a questão das paisagens comuns que fazem parte da vida cotidiana, mas que, no entanto, têm valor cultural local e são significativas como unidades de planejamento.

Com isso em mente, podemos afirmar que há avanços nas regras de proteção ambiental e na gestão da reprodução econômica dos loteamentos na escala da cidade, mas nenhum avanço quando se trata de paisagem. Na Europa já existem avanços muito mais significativos, relacionados com a Avaliação Ambiental Estra-

tégica, AAE (Directiva Europeia 42/2001 CE), e Convenção Europeia da Paisagem, 2000 (Conselho da Europa Série de Tratados nº 176). A ideia da AAE é apoiar o planejamento identificando os potenciais existentes e avaliando as expectativas das paisagens futuras sem, com isso, renunciar aos valores instalados, e a convenção europeia é proteger esses valores existentes.

As ciências geográficas apresentam o conceito de paisagens com o objetivo de compreender a disposição dos elementos e suas relações, captadas por meio da contemplação, que por sua vez representam a relação entre o homem e o espaço. Esses estudos foram realizados pela primeira vez por Humbold no final do século XVIII e foram ampliados na geografia moderna (VITTE e SILVEIRA, 2010). Na geografia francesa, podemos destacar os estudos feitos por La Blache, entre os séculos XIX e XX, que tratam a paisagem como a interação entre culturas e sociedades com um determinado espaço natural. Daí a associação com o termo francês pays (país), que traduz as diferenças locais e apresenta as pessoas como agentes que humanizam e transformam as paisagens (RIBEIRO, 2008).

Dando continuidade à linha de estudos francesa, Tricart (1977) sugere que a identificação das unidades de paisagem deve ser feita de acordo com os sistemas e processos estabelecidos entre o homem e seu ambiente, e Bertrand (2004) destaca a importância de definir um método para a identificação de paisagens pela presença de áreas homogêneas. Claval (1999) associa a definição de paisagem como estando ligada à forma como os grupos culturais estabelecem os seus marcos segundo sistemas de significação, o que vai ao encontro do conceito de *genius loci* (a essência, o espírito de lugar) de Norberg-Schulz (1980).

Esses estudos nos levam a destacar a importância da paisagem como unidade de representação, análise e criação de planos de gestão e transformação de uma área. Estes vêm na forma de Planos Diretores Paisagísticos, usados como princípio orientador para o ordenamento do território. Esse princípio já está estabelecido nos países europeus que podem gerenciar suas paisagens, não obstante as muitas transformações observadas desde o século XX até os dias atuais, particularmente nos casos da França (*unités de paysage*) e da Itália (*unità di paesaggio e ambito paesaggistico*). A Itália se destaca por considerar a paisagem no ordenamento territorial desde o final da década de 1930, por meio da Lei de Preservação da Beleza Natural (Itália, 1939), e da Constituição italiana de 1947, que definiu a gestão da paisagem como dever do Estado.

No contexto da década de 1960, vale destacar o trabalho de Sereni (1961), que propõe que uma paisagem é bela quando bem cultivada, o que equivale a tratá-la como produto da interação entre o homem e seu ambiente, visto como suporte e recurso para a manutenção das atividades culturais e produtivas. No entanto, foi somente a partir de 1985, devido à obrigatoriedade do estabelecimento de Planos

Regionais de Gestão da Paisagem, como parte da Lei Galasso, que o planejamento territorial regional se institucionalizou, colocando a paisagem como fator central na análise ambiental-territorial (Itália, 1985).

Na Itália, a criação de um Plano Territorial de Paisagem Regional (Piano Territoriale Paesistico Regionale ou PTPR) envolve um diagnóstico analítico, embora não contemple necessariamente metas de transformação futura, questão foi abordada posteriormente por eles através dos estudos de "âmbitos da paisagem". Estas ações baseiam-se na Convenção Europeia da Paisagem de 2000, que argumenta em defesa desta unidade analítica, tendo em conta a necessidade de adoção de medidas específicas para a proteção, gestão e organização das paisagens como um bem comum. Nesse sentido, a definição das unidades de paisagem é o primeiro e necessário passo, que com a evolução do planejamento é seguido pelos estudos sobre os escopos da paisagem.

No Brasil, não há regras de planejamento, nem leis que regulem o uso e ocupação do solo de acordo com unidades ou escopos de paisagem. Para que essa incorporação ocorra, seria necessário definir unidades de paisagem como referências de planejamento. Não há planos de manejo da paisagem ou planejamento regional, apenas alguns casos focados no zoneamento ecológico e econômico.

Com isso em mente, esta pesquisa apresenta uma proposta metodológica para a definição de unidades de paisagem que podem ser aplicadas por outros estudos em nível regional, como forma de repensar o planejamento territorial. Defendemos que, como acontece na Itália, os planos paisagísticos devem vir antes dos demais, pois a unidade paisagística é a primeira parcela que conecta a presença humana e os recursos naturais existentes em uma abordagem sistêmica, profundamente associada aos valores culturais locais. Os princípios metodológicos fundamentais da pesquisa são sustentados pela geovisualização e pelo geodesign.

A geovisualização permite ampliar a compreensão da realidade geoespacial, de acordo com os princípios específicos da informação espacial. Baseia-se no objetivo de "ver o invisível" (McCormick et al., 1987). É uma forma de revelar o que ainda não é percebido, o que pode estar presente, mas precisa ser mais claramente identificado. MacEachren e colaboradores (2001 e 2004) argumentam que esse processo passa pelas seguintes etapas: apresentar a informação, construir uma síntese mental, analisar os elementos existentes e, por fim, construir o conhecimento. Como resultado, se a informação cartográfica for bem desenvolvida e apresentada aos usuários, permite que eles construam um maior conhecimento do território.

A identificação de unidades de paisagem passa por vários momentos no conjunto de estudos realizados para o Quadrilátero Ferrífero. Optou-se pelo recorte paisagens urbanas, paisagens rurais, paisagens ambientais e paisagens geossis-

têmicas. Então é uma ação de decomposição e recomposição.

Segundo Dunning e colegas (1992), interessam aos estudos da paisagem as relações entre composição e configuração, sendo que a composição está relacionada aos elementos da paisagem e a configuração está relacionada à distribuição e ao arranjo espacial desses elementos. Forman e Godron (1986) falam sobre estrutura, função e alteração, sendo: a estrutura a identificação de ecossistemas distintos, a função a relação entre os elementos componentes principais e a alteração as mudanças temporais. Associando os conceitos, a nosso ver, no caso urbano, ele já é um recorte estrutural em relação ao conjunto da paisagem, cabendo então avaliar como estudar as funções internas e suas possíveis alterações, segundo seus componentes principais e suas configurações.

No mesmo sentido, Cancela d'Abreu et al. (2004) definem como elementos ou componentes da paisagem a sua estrutura, e cuja identificação permite a análise pormenorizada da paisagem. Os autores associam o conceito de unidade de paisagem à existência de elementos nucleares que combinados entre si conferem um determinado arranjo ou padrão espacial específico a que está associado um determinado caráter. Lang e Blaschke (2009), ao discutirem sobre a busca dos elementos componentes e de uma estrutura, especificam que a estrutura deve ser entendida como a "aparência" da paisagem.

Segundo Silva (2013) na arquitetura e urbanismo o estudo da forma urbana possibilita estabelecer as relações entre as demandas sociais (por moradia, transporte, saúde, ensino, alimentação, lazer etc) e os espaços urbanos e rurais resultantes desta disputa. Assim, a forma é identificadora do conjunto de relações que ali se estabelecem. Cabe citar também os estudos sobre a relação entre desenho urbano e a paisagem, e os sistemas de espaços livres de edificação (CAMPOS et al., 2011), assim como os conceitos de morfologia urbana (LAMAS, 1992) para se justificar os elementos de análise propostos na metodologia aplicada. Mas cientes também, como colocam Correia e colegas (2001), que a componente objetiva, de identificação de fatores, se soma também à componente subjetiva, que corresponde às impressões causadas por esta combinação em cada observador. É o princípio do caráter holístico defendido por Antrop (2000). E há também a própria subjetividade do grupo de estudo, que faz seus recortes metodológicos.

Avaliando a metodologia segundo o proposto por Queiroga e Benfatti (2007) há quatro níveis analíticos da paisagem: no primeiro há leitura geral e experimentação; no segundo são estudadas as relações dos processos existentes, a exemplo dos socioespaciais; no terceiro são identificados os produtos dos processos em suas materializações, com o estudo da morfologia, a fisionomia e as relações entre formas, usos, impactos e valorações; e quarto é a interpretação da paisagem segundo seus significados simbólicos. Não seguindo exatamente a ordem propos-

ta pelos autores, todos os quatro níveis foram abordados. O primeiro passo foi a caracterização da área segundo um amplo conjunto de variáveis organizados em mapas, o segundo foi a identificação de relações entre as variáveis e a construção de chaves de classificação, o terceiro foi a classificação segundo princípios morfológicos e visíveis, e o quarto, que aconteceu antes mesmo dos demais, foi o entendimento do significado das paisagens existentes a partir do histórico de ocupação e desenvolvimento do Quadrilátero Ferrífero.

Metodologia de identificação de Unidades de Paisagem Urbanas

As unidades de paisagem foram definidas com base em unidades observáveis a partir da avaliação morfológica da paisagem. O primeiro passo foi a composição de bases cartográficas representativas das seguintes variáveis: presença de áreas de valor histórico, morfologia urbana regular ou irregular, e volumetria urbana, esta última identificada a partir da mensuração da verticalização. Para a identificação do traçado da morfologia urbana foram usadas imagens de satélite, tendo sido escolhida a CBERS 4 com composição no visível RGB321 e fusão com a banca Pan, o que resultou em resolução espacial de 5 metros. O satélite CBERS é um satélite Sino-Brasileiro, nascido de um acordo da China com o Brasil, que disponibiliza imagens gratuitas e de média a alta resolução, adequados para a classificação automática ou inspeção visual. No estudo foi realizada inspeção visual para identificação da morfologia regular ou irregular, seguida de vetorização de polígonos. (Fig. 01).

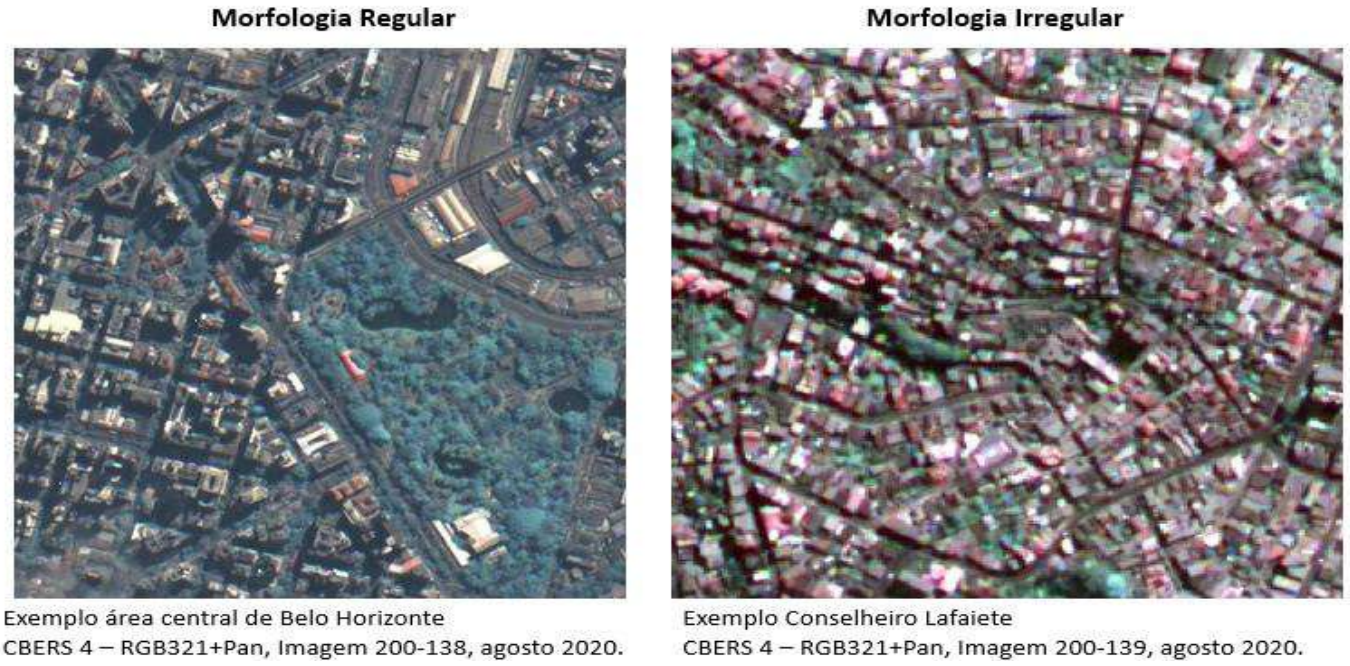


Fig. 01 – Imagens CBERS com resolução de 5 metros na identificação de padrões de morfologia urbana. Fonte: imagens do INPE, com composição elaborada pelos autores.

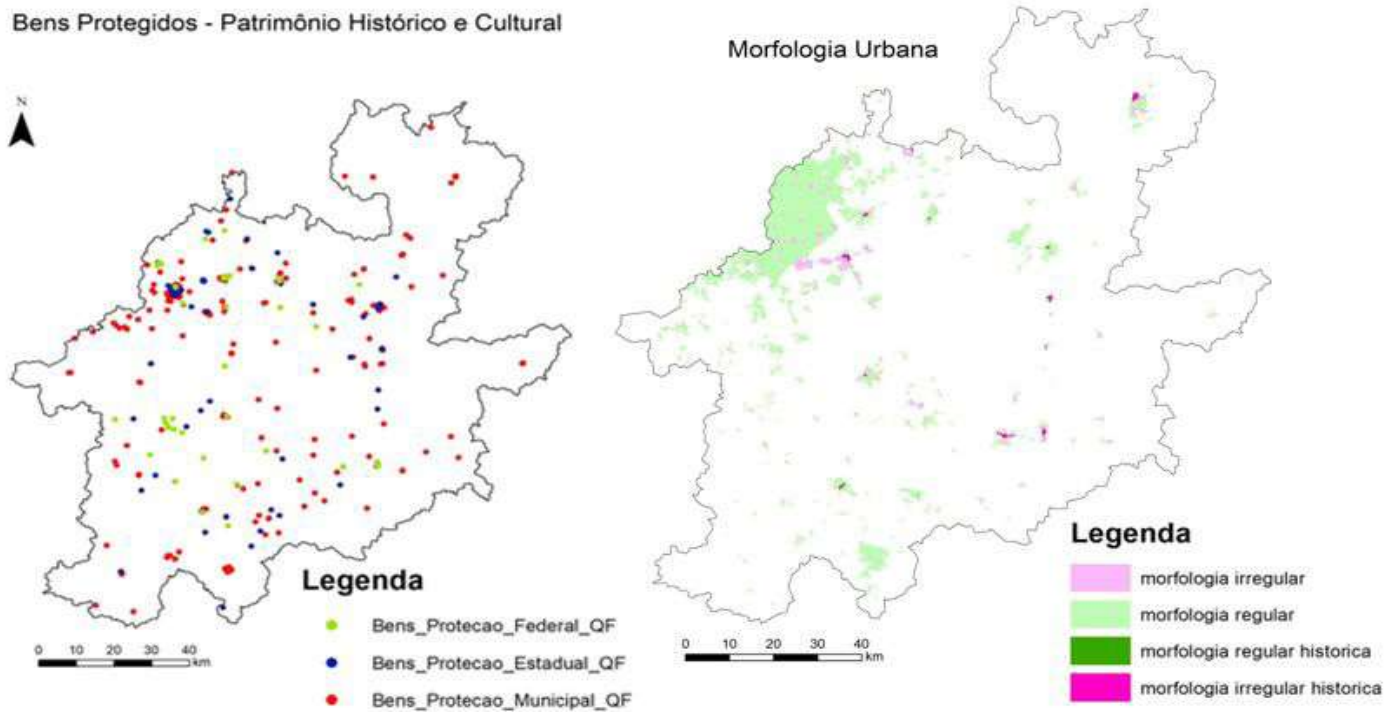


Fig. 02 – Mapas de concentração de bens culturais protegidos e de morfologia urbana.

Também utilizando as mesmas imagens CBERS foram identificadas as condições de verticalização. No caso específico de Belo Horizonte utilizamos dados da PBH que indicavam o número de pavimentos das edificações, então a classificação foi reclassificação de dados contidos na tabela de atributos. Nas demais áreas urbanas, essa análise foi realizada por inspeção visual e vetorização. (Fig. 03, Fig. 04).

Fig. 03 – Imagens CBERS com resolução de 5 metros na identificação de padrões de verticalização urbana. Fonte: imagens do INPE, com composição elaborada pelos autores.

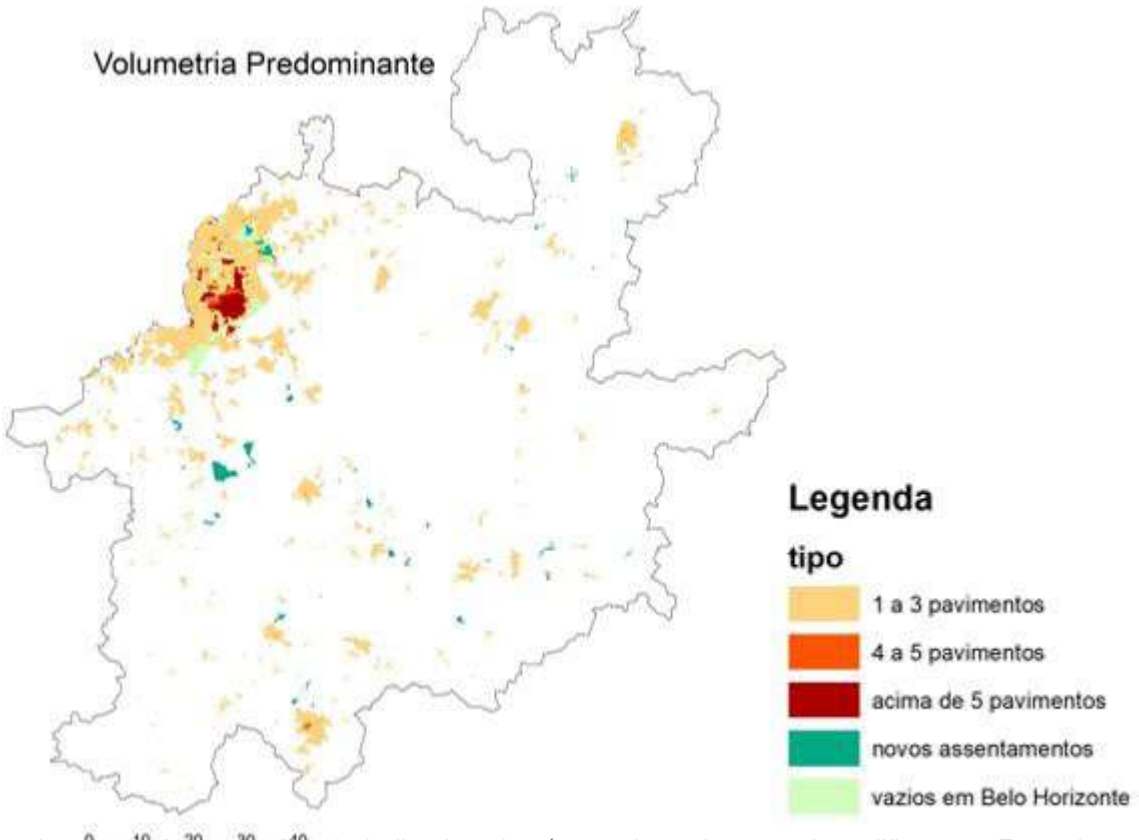


Fig. 04 – Mapa de volumetria predominante, indicado pelo número de pavimentos das edificações. Fonte: imagens do INPE, com composição elaborada pelos autores, e dados da PBH.

Uma vez elaborados os mapas iniciais, eles foram integrados por Análise Combinatória para se identificar as várias composições possíveis entre as condições de área histórica, morfologia urbana e volumetria predominante. (Fig. 05, Fig. 06).

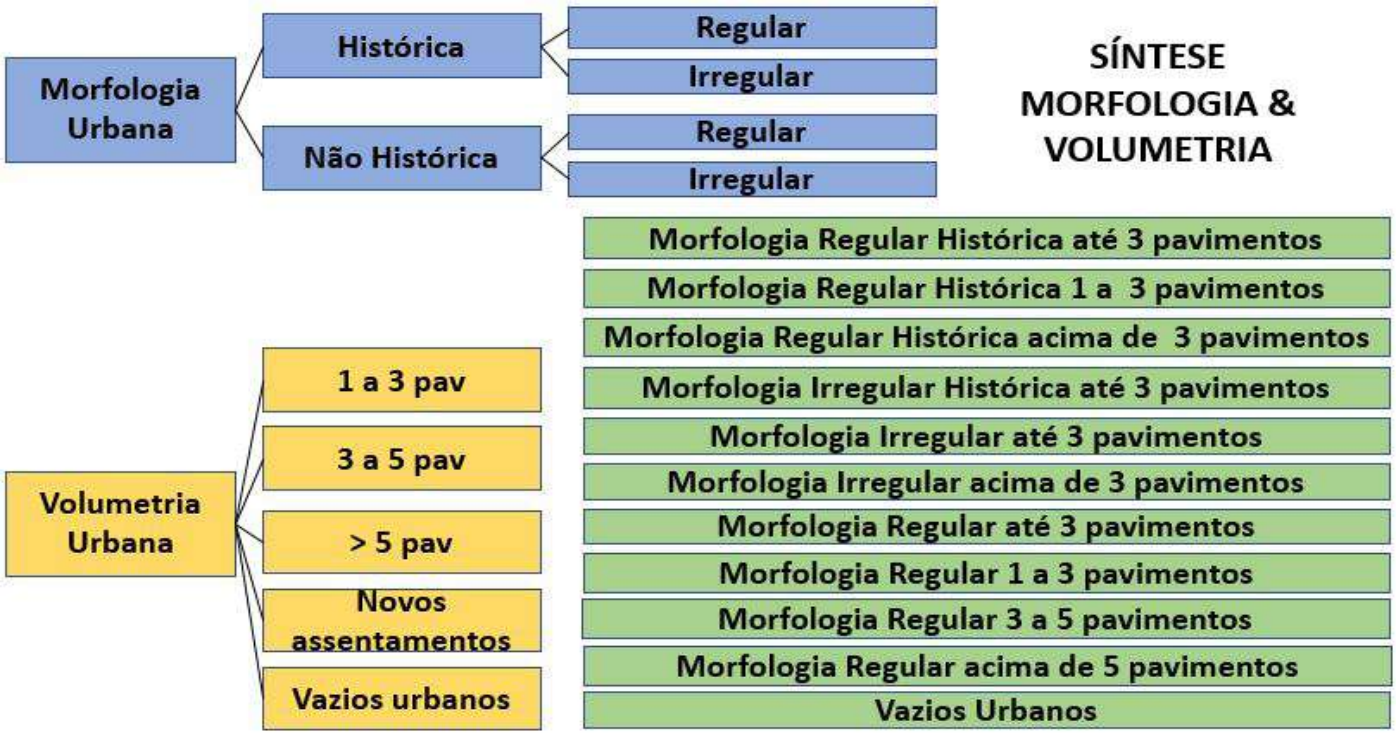


Fig. 05 – Quadro metodológico de definição e combinação de variáveis. Fonte: os autores.

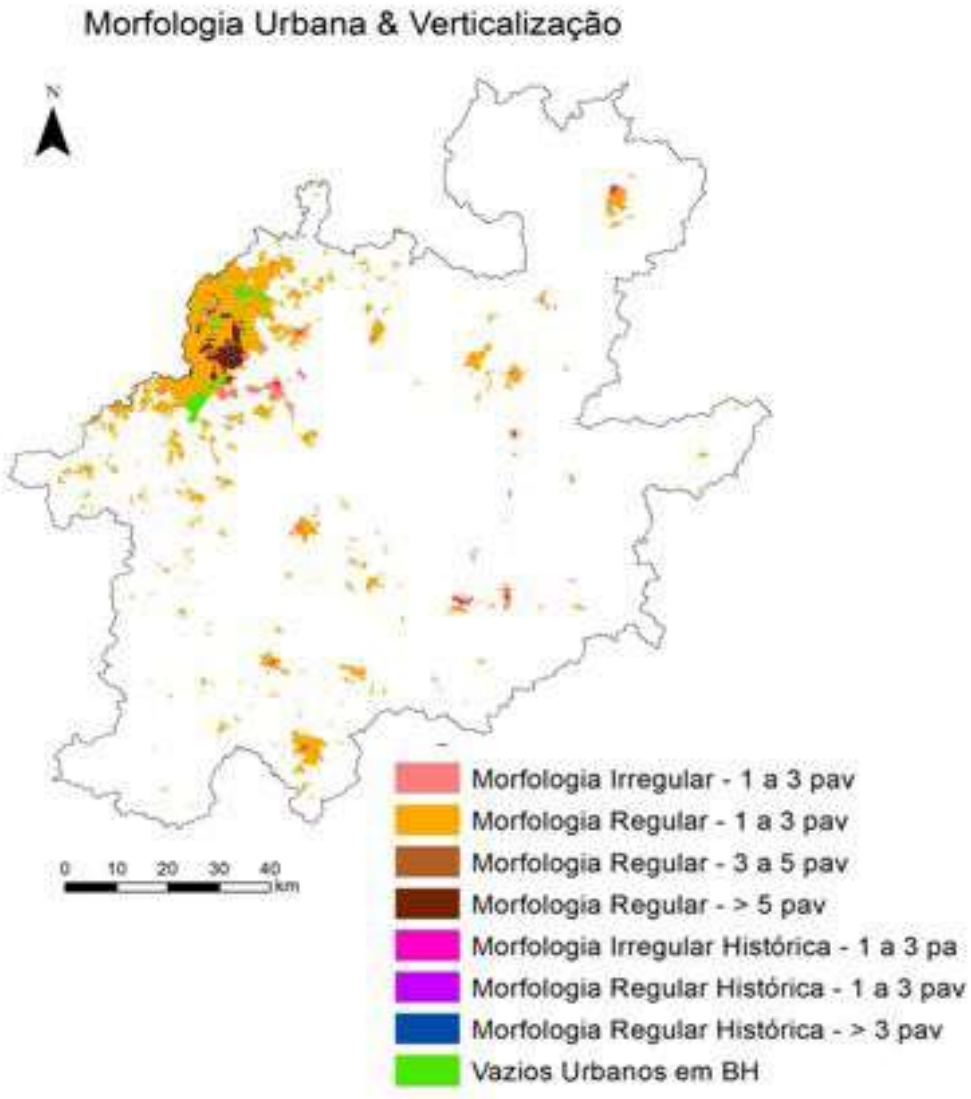


Fig. 06 – Análise Combinatória e identificação dos arranjos na paisagem urbana. Fonte: os autores.

Geovisualização das Unidades de Paisagem Urbana

Para melhor compreensão das tipologias de unidades de paisagem urbana, foi composta uma chave visual de classificação, para que o leitor conseguisse entender o aspecto visual de cada uma das unidades reconhecidas. A chave é também um exemplo que pode se seguido em estudos da mesma natureza. Para a composição das chaves, foram utilizados croquis de representação em perspectiva isométrica, que favorece a compreensão da síntese da paisagem, imagens de satélite para visão de todo, bem como capturas drone também em perspectiva isométrica. (Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11 e Fig. 12).

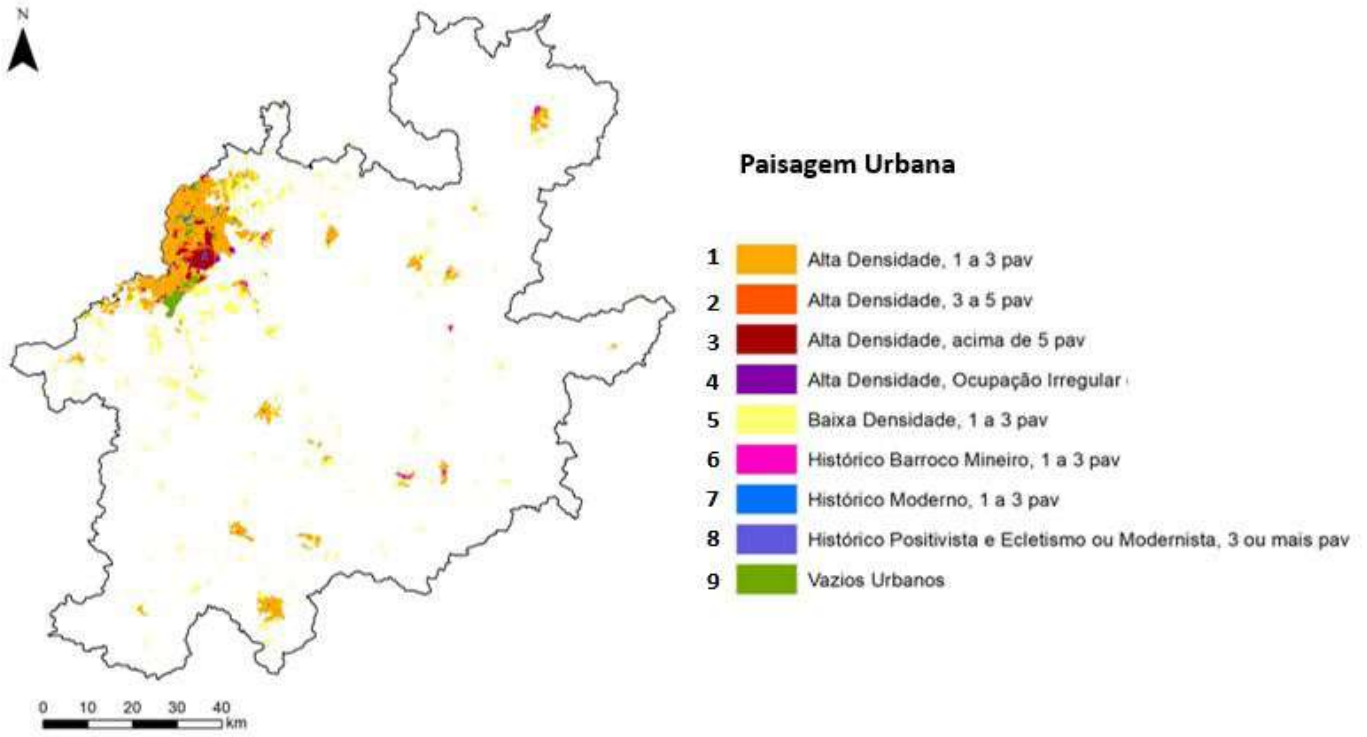


Fig. 07 – Mapa de Unidades de Paisagem Urbana. Fonte: os autores.

Fig. 08 – Chaves de classificação de Unidades de Paisagem Urbana – 1 e 4. Fonte: os autores.

Fig. 09 – Chaves de classificação de Unidades de Paisagem Urbana – 2 e 3. Fonte: os autores.

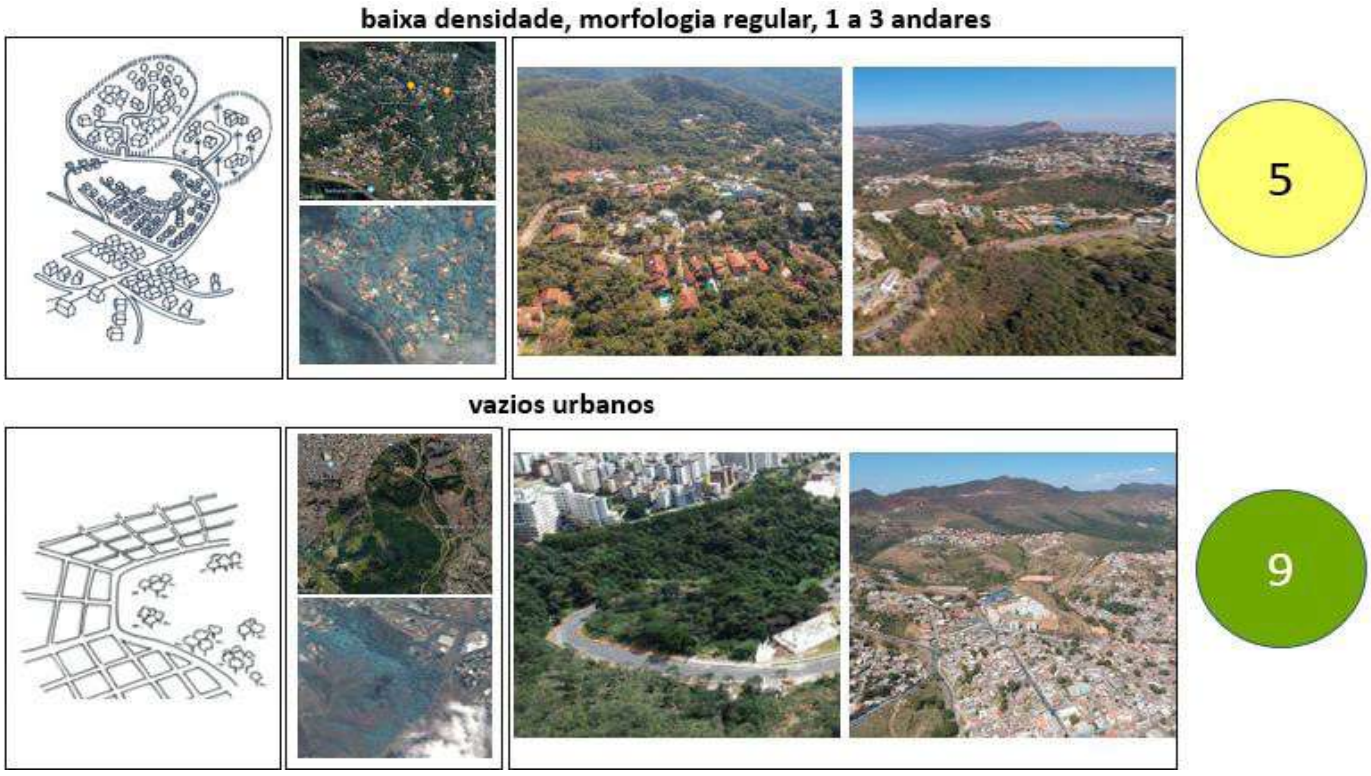


Fig. 10 – Chaves de classificação de Unidades de Paisagem Urbana – 5 e 9. Fonte: os autores.

Fig. 11 – Chaves de classificação de Unidades de Paisagem Urbana – 6. Fonte: os autores.

Fig. 12 – Chaves de classificação de Unidades de Paisagem Urbana – 7 e 8. Fonte: os autores.

Metodologia de identificação de contextos de Unidades de Paisagens Urbanas

Uma vez identificadas as composições nas manchas urbanas existentes, caberia entender o contexto regional das unidades de paisagem urbana, para que elas considerassem também suas relações com as escalas municipais e regionais. O objetivo era o de identificar porções territoriais polarizadas pelas mesmas atrações e semelhantes na presença de infraestrutura e condições geográficas. O primeiro passo foi mapear a distribuição das estradas (infraestrutura de deslocamento e conexões entre as manchas urbanas), o relevo com as principais serras, e a presença dos principais rios (impedâncias naturais às conexões). (Fig. 13).

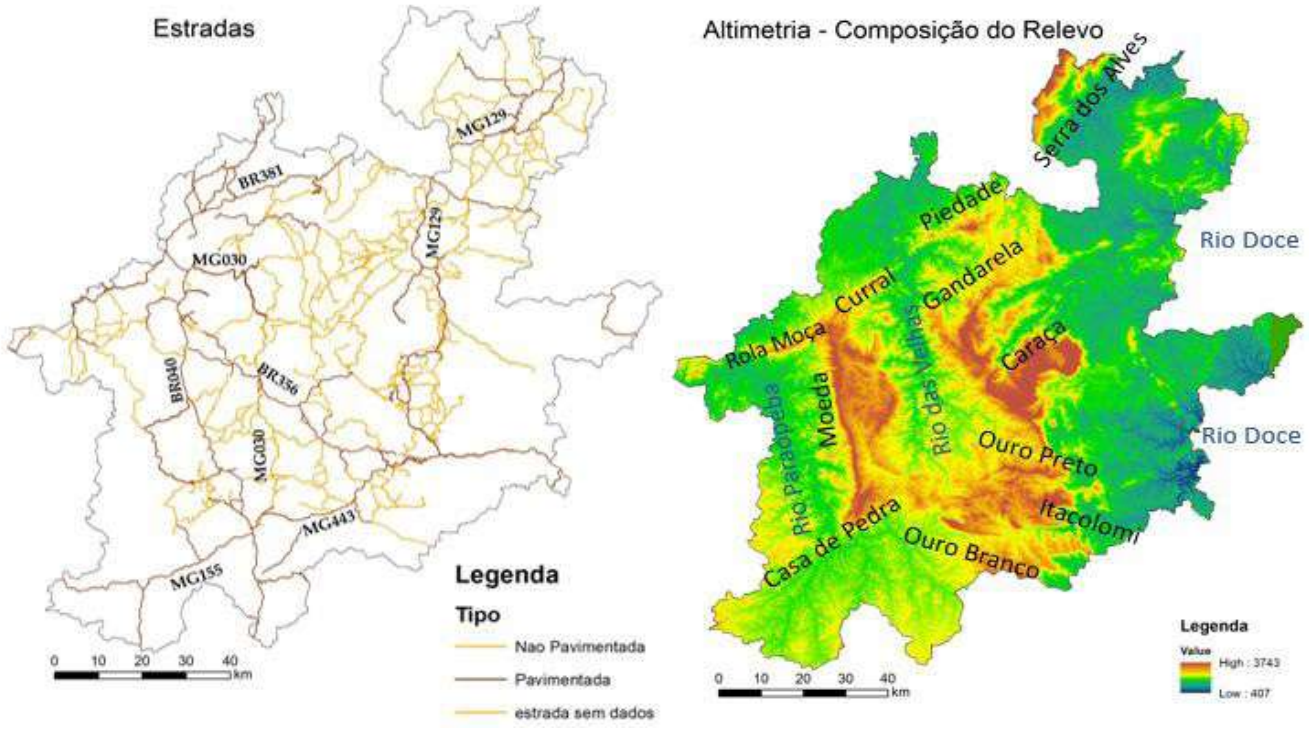


Fig. 13 – Estrada, altimetria, serras e rios. Fonte: elaborado pelos autores a partir de imagem AsterDem e dados do IBGE e da INDE.

Da interpretação da composição espacial existente foram traçados, de modo expedito e na forma de croquis, delimitações de áreas de influência territorial. Uma vez delimitados os domínios, foram identificados os principais municípios que se encontravam em cada recorte (Fig. 14 e Fig. 15). Finalmente, o traçado expedito foi ajustado aos limites municipais existentes, uma vez que para fins de planejamento é mais indicado que se busque respeitar referências administrativas, e o planejamento de cidades está vinculado ao planejamento municipal. (Fig. 16).

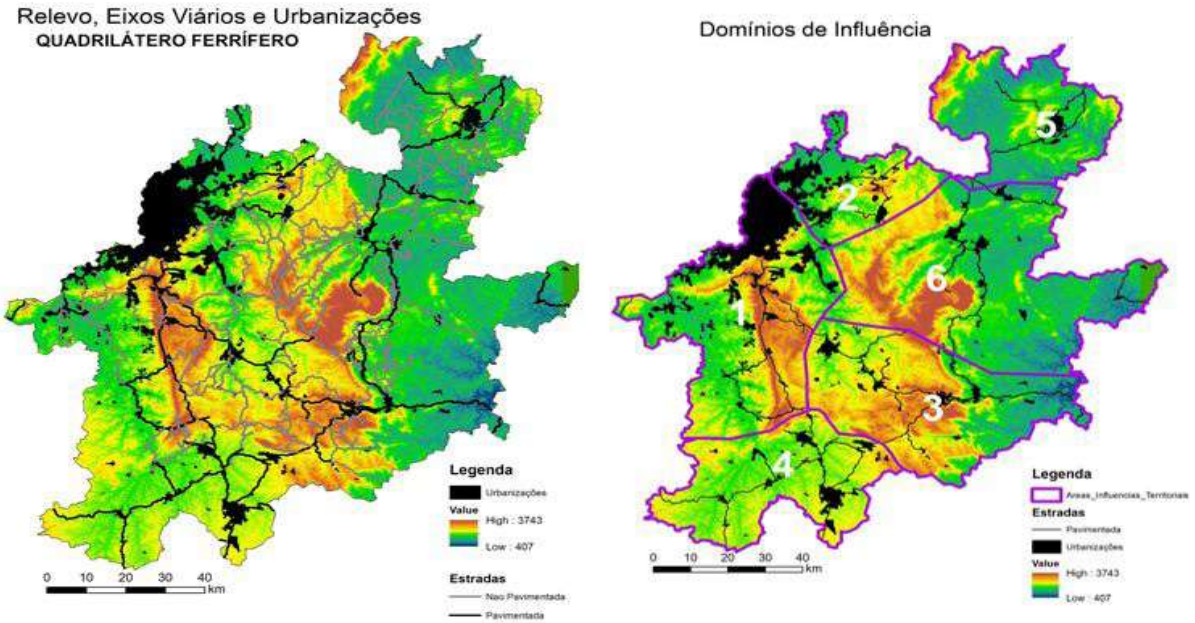


Fig. 14 – Traçado expedito de domínios de influência territorial. Fonte: elaborado pelos autores.

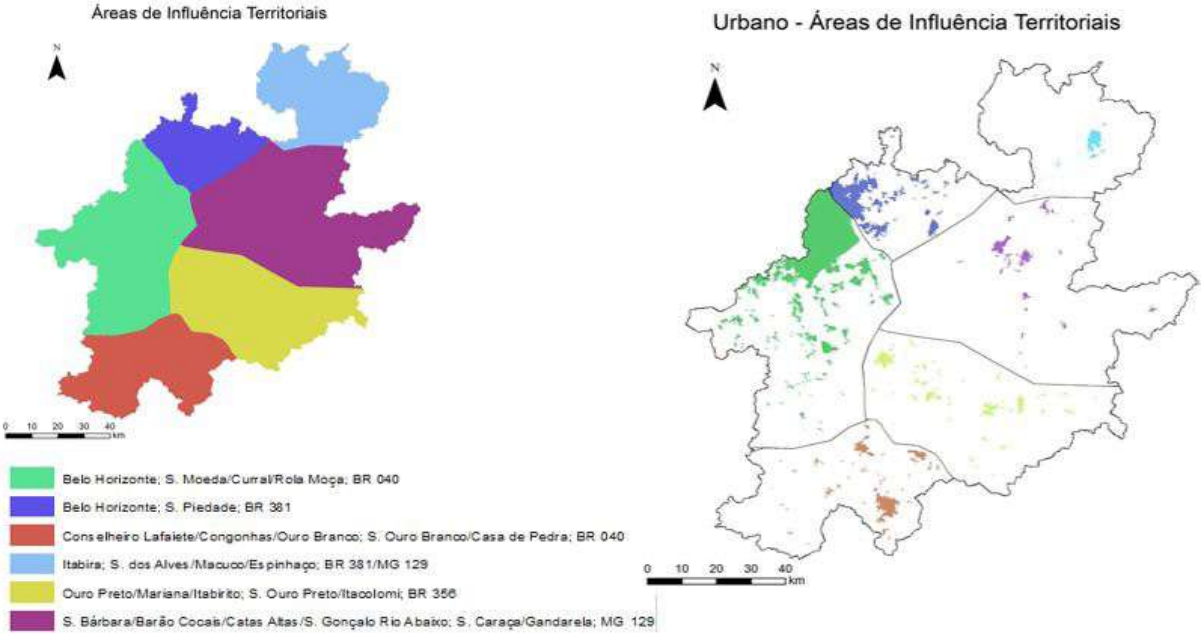


Fig. 15 - Traçado expedito de domínios de influência territorial e identificação dos principais municípios, com separação das manchas urbanas. Fonte: elaborado pelos autores.

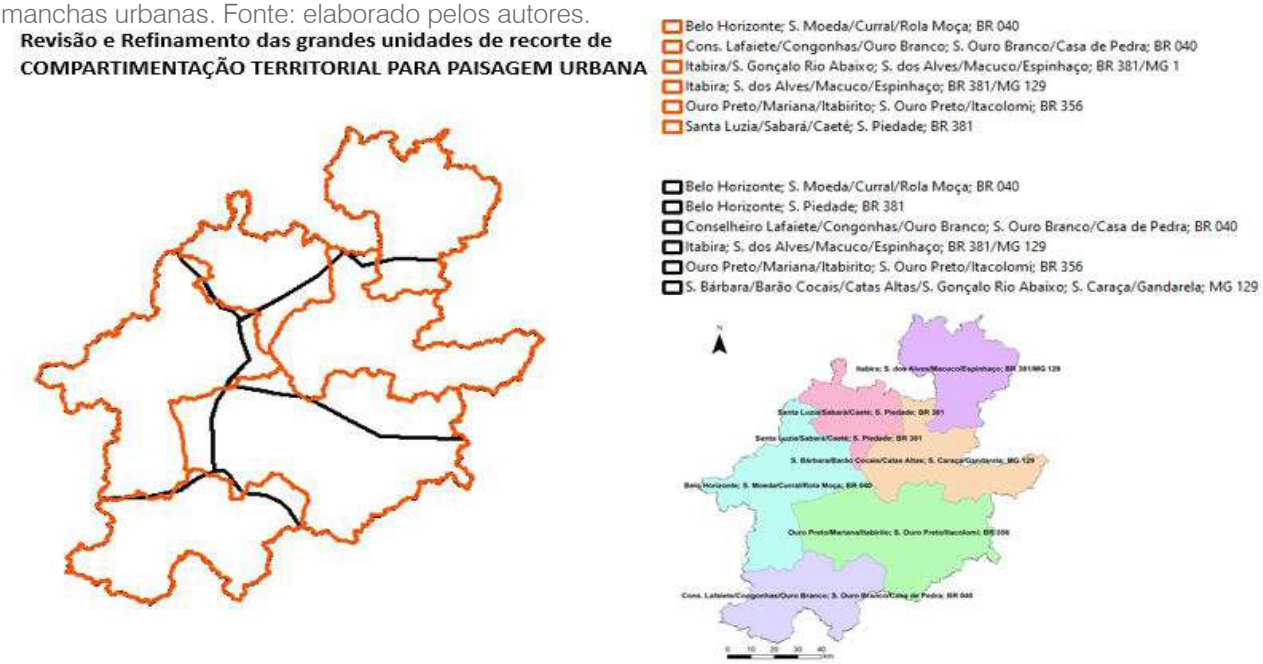


Fig. 16 – Refinamento dos limites de compartimentação das áreas de influência das Paisagens Urbanas. Fonte: autores.

Resultados

Finalmente, a composição de arranjos de Unidades de Paisagem Urbanas foi combinada segundo as áreas de influência e identificados, além das condições de paisagem, a que porção regional a mancha urbana estava associada. O resultado é um mapa complexo, que pode ser utilizado nos estudos urbanos regionais, quando o objetivo for a construção de planejamentos que extrapolem os limites municipais e que, principalmente, enfrentem questões relacionadas a fronteiras e áreas de interesse a mais de um município. (Fig. 17, Fig. 18).

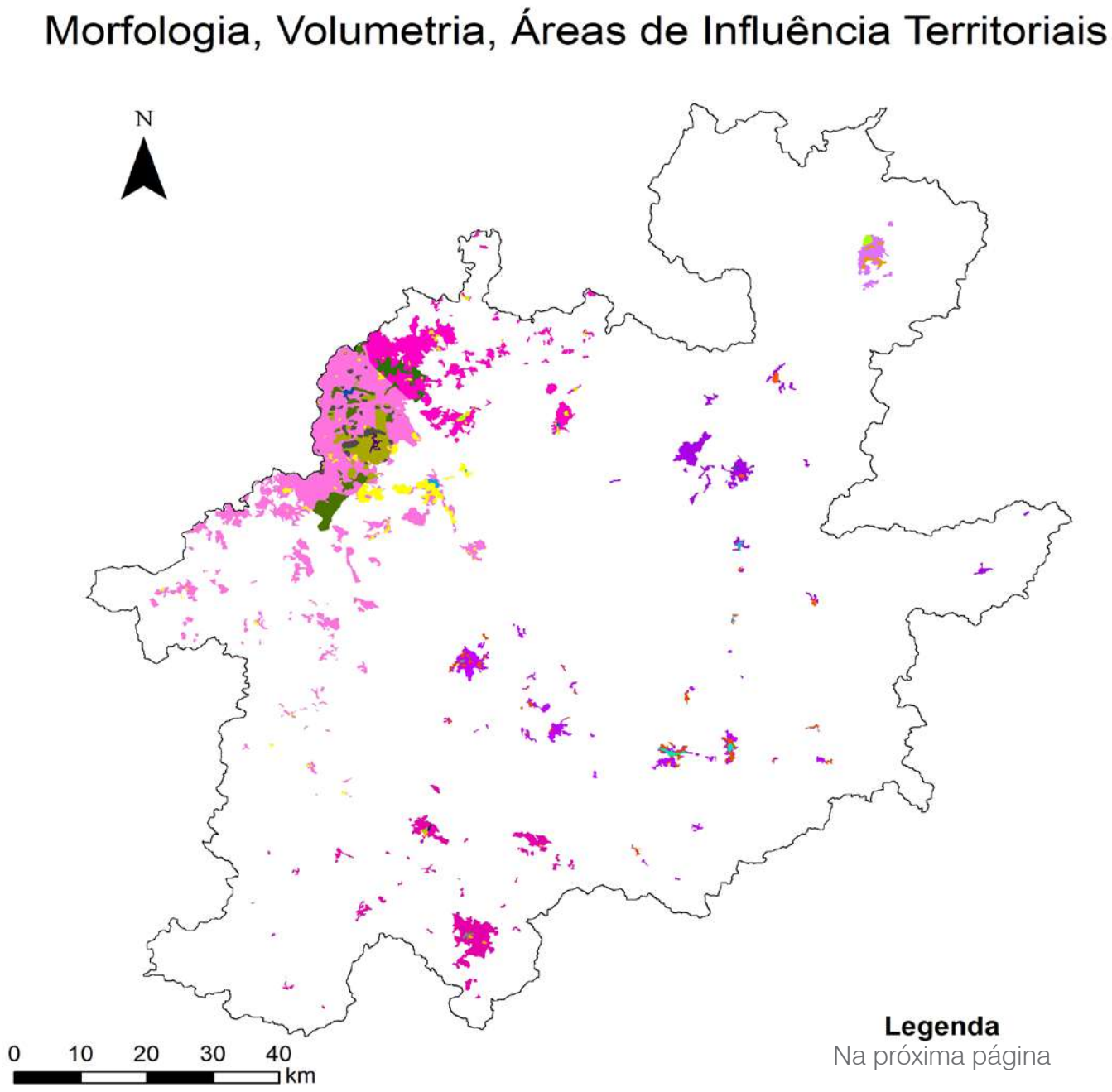


Fig. 17 – Mapa de Unidades de Paisagem Rural e Áreas de Influência Territoriais. Fonte: elaborado pelos autores.

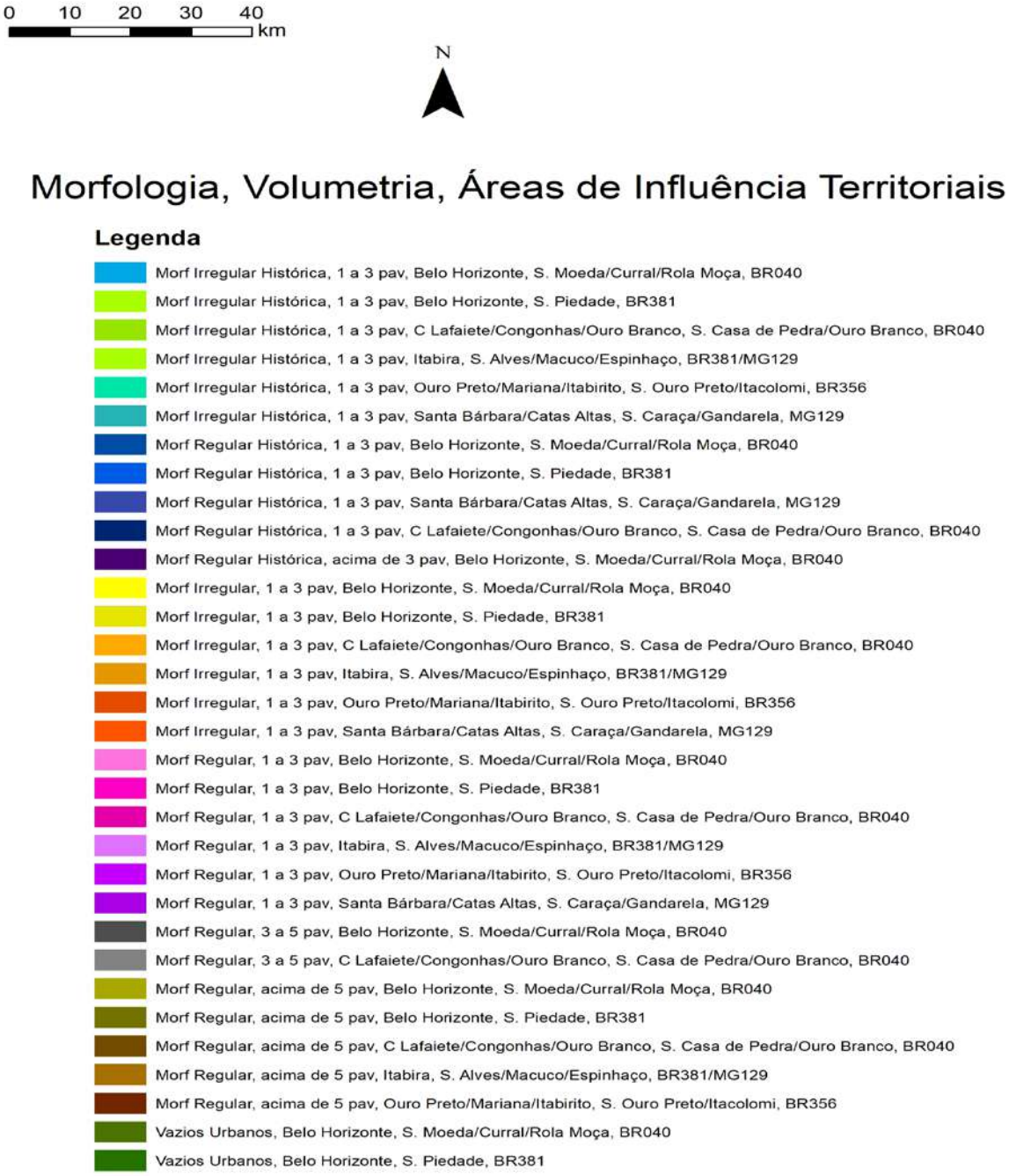


Fig. 18 – Legenda do mapa de Unidades de Paisagem Rural e Áreas de Influência Territoriais. Fonte: elaborado pelos autores.

Os estudos que se seguiram foram de integração das Unidades Urbanas com as Unidades Rurais, seguido de integração com as Unidades Ambientais e, finalmente, da integração com as Unidades Geossistêmicas. Contudo, em função da complexidade das abordagens, optou-se por não se levar para as demais integrações o detalhamento resultante dos estudos urbanos. Eles são um subproduto dos estudos de paisagem do Quadrilátero Ferrífero, mas na integração com os demais dados foi utilizado o mapa de compartimentação de áreas de influência urbana, apresentado na figura 16 e a seguir. (Fig. 19). No desenvolvimento das integrações, foram realizados ajustes para se contemplar as muitas abordagens combinadas.

Fig. 19 – Compartimentação Territorial para a Paisagem Urbana. Fonte: elaborado pelos autores.

Discussões e Conclusões

As abordagens anteriores do livro relatam o processo de formação da rede urbana brasileira e a conformação dos núcleos urbanos desde a colonização, com o intuito de demonstrarem a importância do território de Minas Gerais e, mais especificamente, da região do Quadrilátero Ferrífero, no surgimento de cidades e aglomerações urbanas com quadro urbano permanente, destacando, inclusive, a importância destes assentamentos urbanos na configuração da vida urbana e cultura e sociedade brasileiras. Alguns capítulos também apresentam a evolução das normativas urbanas, demonstrando o efeito das propostas de parametrização na construção da paisagem desde o período da colonização, quando legislações urbanas que incorporavam valores de época conduziram a paisagens especificas e, poderia se dizer, até à "não paisagem", pois a repetição de padrões em escala nacional, sem a necessária adaptação às especificidades locais, tornou muitas leis inócuas e ignoradas pela sociedade.

Se nesse tempo os núcleos urbanos se formavam a partir destes padrões, atualmente podemos dizer que as leis de ordenamento territorial são cada vez mais ignoradas pela sociedade. Chegamos a um ponto em que o percentual de edificações que seguem regras mínimas urbanísticas é muito baixo, sendo a grande maioria das obras construídas de modo informal e sem processos de aprovação de projetos, alvarás ou processos de baixa ou habite-se. Pode-se afirmar que os Planos Diretores e as Leis de Uso e Ocupação do Solo, principais instrumentos de planejamento e gestão da paisagem urbana, não se materializam na paisagem da cidade. Neste contexto, e entendendo as leis como um acordo coletivo sobre limites de até onde se pode ir ou do mínimo que é preciso fazer, pode-se dizer que este

acordo não existe. Ou seja, não há envolvimento da sociedade e as normativas não se refletem na paisagem urbana.

Este quadro indica ser necessário rever parâmetros e repensar o modo de orquestrar a paisagem urbana. É necessário sair da repetição padrão de parâmetros exclusivamente morfométricos. É preciso repensar o modo de pensar a cidade.

Neste sentido, este capítulo propôs um método para caracterizar a paisagem urbana a partir do que é visto, com o suporte da geovisualização. Optou-se por definir como principais variáveis visuais a morfologia urbana (o desenho e a estrutura das vias, separadas em regulares e irregulares, embora fosse também possível realizar a subdivisão em padrões), a volumetria urbana (o predomínio de alturas das edificações), e a época de construção associada à linguagem arquitetônica predominante (histórica ou não histórica, e a primeira separada nos períodos barroco, positivista e modernista).

A partir das variáveis principais foram realizadas as análises combinatórias e construídas as chaves de classificação. Uma vez obtido o mapa das tipologias, foi de interesse considerar as áreas de influências das manchas urbanas, em virtude o estudo do Quadrilátero Ferrífero ter caráter regional. Selecionando como referência a infraestrutura de deslocamento e conexões entre as manchas urbanas (a rede de estradas e vias) e as impedâncias naturais às conexões (as serras e os rios principais) foram mapeadas as forças de conexão e de atrito, resultando na delimitação de áreas de influência. O desenho dos recortes foi adaptado às linhas de limites municipais, com vistas a favorecer ações de planejamento.

Estava então composto o mapa de Unidades de Paisagem Urbana, com identificação das áreas de influência do arranjo regional. Contudo, ao longo do desenvolvimento do trabalho, as UPs urbanas deveriam ser integradas e ajustadas às outras abordagens (UPs rurais, UPs ambientais e UPs geossistêmicas). No processo de integração foi decidido que a principal contribuição do estudo seria a criação de Unidades de Paisagem e de Âmbitos de Paisagem (termos que serão mais bem desenvolvidos nos próximos capítulos) para o Quadrilátero Ferrífero na escala regional. Nesse sentido, a segmentação de paisagens na escala intraurbana seria um detalhamento não condizente com o conjunto do estudo.

Desta forma, seguiu-se com a definição apresentada na Figura 19, sem prejuízo de se apresentar o processo metodológico de identificação de paisagens na escala intraurbana como uma contribuição. As unidades identificadas podem ser base para planejamento, sobretudo, das áreas de conurbação urbana ou de influência conjunto de mais de um município, reconhecendo que o planejamento da paisagem no Brasil ainda é um processo incipiente, sobretudo no que diz respeito à escala de região, como é o caso do Quadrilátero Ferrífero.

Referências Bibliográficas

ANTROP, Marc. Background concepts for integrated landscape analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 77, Issues 1–2, January 2000, p. 17-28.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Raega, Curitiba, 8: 141-152, 2004.

CAMPOS, Ana Cecília A.; QUEIROGA, Eugênio; GALENDER, Fany; DEGREAS, Helena N.; AKAMINE, Rogério; MACEDO, Silvio S.; CUSTÓDIO, Vanderli (ORG.). Sistemas de Espaços Livres – conceitos, conflitos e paradigmas. São Paulo: FAUUSP. 2011.

CANCELA D'ABREU, Alexandre; PINTO-CORREIA, Teresa, OLIVEIRA, Rosário. Contributos para a Identificação e Caracterização das Unidades de Paisagem em Portugal Continental. Volumes I a V. DGOTDU Ed. 2004.

CHIAVENATO, Júlio José. As várias faces da Inconfidência Mineira. São Paulo: Contexto, 1989. 88 p.

CLAVAL, Paul. A Geografia Cultural. Florianópolis. Editora da UFSC, 454 p, 1999.

CORREIA, Teresa P., ABREU, Antônio C.; OLIVEIRA, Rosário. (2001). Identificação de Unidades de Paisagem: metodologia aplicada a Portugal Continental. Finisterra, 36(72), 2001.

DUNNING, John B., DANIELSON, Brent J.; PULLIAM, Ronald H. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. Oikos 65, 1992. P. 169-175.

FORMAN Richard T. T.; GODRON, Michel. Landscape Ecology. Wiley, New York, 1986.

GRAEFF, Edgar. Arquitetura e o homem. Belo Horizonte: Edições Escola de Arquitetura, 1959.

GRAEFF, Edgar. Brasília, dois caminhos para a arquitetura. In Revista Brasiliense nº13. São Paulo, 1957.

HERCULANO, Renata N. Os (des)caminhos da linguagem coletiva nas paisagens urbanas brasileiras: a forma urbana modelada pela norma. Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo UFMG, 2018.

ITALIA Legge n. 1497 del 29 giugno 1939. Protezione delle bellezze naturali. Roma: Gazzetta Ufficiale, 1939, 44 p.

ITALIA. Legge n. 431 del 08 agosto 1985. Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale. Roma: Gazzetta Ufficiale, 32 p.

LAMAS, José Maria R. G. Morfologia urbana e o desenho da cidade. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1992. 592 p.

LANG, Stefan; BLASCHKE, Thomas. Análise da Paisagem com SIG. Oficina de Textos, 2009. Tradução Hermann Kux. (Original Landschaftsanalyse mit GIS, 2007).

LIMA, Fabio J. M. A um passo da Modernidade na Bello Horizonte do Final do Século XIX. Cadernos De Arquitetura e Urbanismo (PUCMG), Belo Horizonte, v. 1, n.2, p. 13-15, 1994.

MACEACHREN, Alan M., GAHEGAN, Mark, PIKE, William, BREWER, Isaac, LENGERICH, Eugene, HARDISTRY, Frank. Geovisualization for knowledge construction and decision-support. Computer Graphics & Applications, 24(1):13-17, 2004.

MACEACHREN, Alan M. An evolving cognitive-semiotic approach to geographic visualization and knowledge construction. Information Design Journal, 10 (1): 26-36, 2001.

MACHADO, Lourival Gomes. Barroco mineiro. Ed. Perspectiva, 1969. 448 p.

MAGALHÃES, Beatriz de A.; ANDRADE, Rodrigo F. Belo Horizonte um espaço para a República. UFMG, 1989, 216p.

MCCORMICK, Bruce H.; DE FANTI, Thomas A.; BROWN, Maxine. D. Visualization in Scientific Computing. Computer Graphics, 21 (6):1-21, 1987.

NORBERG-SCHULZ, C. Genius loci: Towards a phenomenology of architecture. Londres, Academy Editions, 1980.

PREFEITURA DO DISTRICTO FEDERALDA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Cidade do Rio de Janeiro: remodelação, extensão e embellezamento. Plano de Alfred Agache. Paris,Foyer Bresilien, 1927, 454 p.

QUEIROGA, Eugenio Fernandes; BENFATTI, Dênio Munia. Sistemas de espaços livres urbanos: construindo um referencial teórico. Paisagem e Ambiente - Ensaios, São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/FAUUSP. n.24, p. 81-87, 2007.

REIS FILHO, Nestor Goulart. Contribuição ao Estudo da Evolução Urbana do Brasil (1500-1720), São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1968.

RIBEIRO, Guilherme S. Da interpretação geográfica das paisagens (Paul Vidal de La Blache). Mercator, Fortaleza, 7 (13):149-151, 2008.

SERENI, Emilio. Storia del paesaggio agrario italiano. Bari: Laterza, 1961, 439 p.

SILVA, Jonathas M. P. As Unidades de Paisagem como Método de Análise da Forma urbana: reflexões sobre sua incorporação pelo campo disciplinar da arquitetura e urbanismo. Cadernos do PROARQ (UFRJ), v. 20, p. 71-93, 2013.

TRICART, Jean. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 91 p, 1977.

VILLAÇA, Flávio. As ilusões do Plano Diretor. São Paulo, 2006. Available in: www.flaviovillaca.arq.br

VITTE, Antônio Carlos; SILVEIRA, Roberison W. D. Considerações sobre os conceitos de natureza, espaço e morfologia em Alexander von Humboldt e a gênese da geografia física moderna. História, Ciências, Saúde – Manguinhos. Rio de Janeiro, 17 (3): 607-626, 2010.

CAPÍTULO 6
UNIDADES DE PAISAGEM RURAL NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, UMA ANÁLISE PRELIMINAR

Alfio Conti

Gustavo Adolfo Tinoco Martinez

Resumo

Este trabalho se propõe a tratar da evolução do conceito de paisagem, e analisar em particular o conceito de paisagem adotado pela Convenção Europeia da Paisagem no começo do século XXI, com vistas a entender como esse conceito afeta os instrumentos de planejamento da paisagem na Itália. O recorte pela Itália se justifica em virtude do amadurecimento nas normativas e suas aplicações nas ações de planejamento e gestão do território naquele país, o que o coloca como referência a ser observada. Em um segundo momento, aplicando a metodologia italiana de análise da paisagem, adota-se a definição de Unidades de Paisagem. O princípio é utilizado para se elaborar uma proposta preliminar de Unidades de Paisagem Rurais para a região do Quadrilátero Ferrífero, como contribuição no esforço de elaborar um plano da paisagem para esta importante região do estado de Minas Gerais.

Introdução

Não obstante outros capítulos da presente publicação apresentarem discursos sobre a paisagem, cabem complementações. Sobretudo porque a formulação de uma definição que reflete a formação e a cultura do(s) autor(es). Definir o que é paisagem não é algo simples e imediato, especialmente quando se pretende uma definição que seja satisfatória e abrangente. O risco que se corre é elaborar uma definição parcial e setorial, mesmo se o objetivo, de quem a elabora, é fornecer uma definição que atenda e satisfaça tanto os técnicos quanto os leigos. Essa dificuldade resulta do fato de que a paisagem é algo extremamente complexo e polissêmico, obstruindo as possibilidades de busca de uma síntese clara e objetiva.

A definição de paisagem feita por três dicionários mostra claramente isso. O dicionário brasileiro Michaelis (2016) define a paisagem como: “extensão de território e de seus elementos que se alcança num lance de olhar; panorama, vista (...) Espaço com geografia e clima de determinado tipo: rural, urbana, montanhosa etc. (...) Desenho, quadro, gravura, foto ou qualquer outra manifestação artística cujo tema principal é a representação de uma paisagem, geralmente de lugares campestres.” A definição salienta aspectos ligados à observação ou à ciência da terra, relacionando características geográficas com o clima. A ação antrópica na paisagem é quase esquecida, sendo mencionada quando da citação da paisagem urbana.

O dicionário italiano Devoto Oli (2006) define a paisagem como uma "porção de território considerada do ponto de vista da perspectiva ou descrição, ou do ponto de vista geográfico (...) panorama, vista, vista; ambiente, território", sendo de acordo como o colocado na definição do dicionário brasileiro. Já o dicionário inglês Oxford English Dictionary, define paisagem como "uma extensão de terra com suas características distintivas, considerada como um produto da modificação ou modelagem de processos e agentes (geralmente naturais)" trazendo o diferencial de considerar que a paisagem como algo dinâmico, sendo o produto da modificação ou modelagem de processos e agentes, destacando que nem sempre são processos e agentes naturais, mas incluindo o homem como agente gerador de transformações.

Do ponto de vista do arquiteto e planejador territorial esta última definição desperta certo interesse. Apresenta a evolução no entendimento da paisagem, segundo um conjunto de abordagens que se desenvolveram ao longo da modernidade até os dias de hoje, aproximando-se do que o planejador atual deveria entender por paisagem.

A definição de paisagem veio se transformando desde a sua primeira abordagem, inicialmente pautada na dimensão estética e que se manifestou no campo das artes e da literatura. Essa abordagem foi fundamental para despertar a atenção e a sensibilidade para a paisagem, não obstante o caráter primitivo e simplista de que, segundo Beltrame (2009), a paisagem seria composta por "coisas" e "localidades" raras, separadas e circunscritas, que não diziam respeito a todo o território, mas apenas a algumas das suas partes privilegiadas e reconhecidas como belas.

As partes eleitas deveriam responder a "'caracteres conspícuos de beleza natural ou singularidade geológica', ser 'de beleza incomum', possuir 'uma aparência característica de valor estético e tradicional', um caráter de 'beleza panorâmica' ou de 'quadro natural' e assim por diante" (BELTRAME, 2009).

Mais recentemente observou-se a inclusão do conceito de meio ambiente à paisagem e, em particular, os princípios de Ecologia da Paisagem, com o intuito de encontrar seus fundamentos na definição das leis e regras da natureza que contribuem para criar o suporte ambiental de uma dada paisagem. A nova abordagem se estabeleceu por sua intenção de modelar a paisagem segundo uma lógica e uma visão "ecossistêmica", interpretando a paisagem como um "mosaico de ecossistemas".

Nos últimos anos destacou-se a abordagem histórico-cultural, através da qual a paisagem passou a ser entendida como resultado das modalidades com as quais o homem planeja a gestão dos recursos territoriais e as tipologias espaciais que decorrem desse processo.

No debate atual sobre paisagem há um conjunto de questões que chamam atenção e não podem ser ignoradas. Afirma-se que a paisagem envolve todo o território e, muitas vezes, erroneamente, usa-se o termo "território" como sinônimo de paisagem. Entende-se o território como o espaço onde o homem vive se reconhece, sendo a paisagem um elemento importante na garantia da qualidade de vida das populações. Como consequência, atribui-se à paisagem a capacidade de dar um significado e um sentido à configuração do modo de se instalar no meio ambiente, reconhecendo, assim, um significado e uma função cultural e, portanto, histórica. Nesse sentido, a leitura e interpretação que se pode fazer do território e da paisagem é a que se faz através da abordagem geo-histórica e antropológico-cultural, pois a compreensão profunda sobre a paisagem só é possível integrando as numerosas disciplinas e as várias metodologias interpretativas que existem (GAETA, JANIN RIVOLIN e MAZZA, 2013).

A paisagem é vista também como necessidade, no sentido que, através dela, é possível dar sentido e significado ao ambiente onde se vive. Na paisagem são reconhecidos elementos de pertencimento e identificação, fatores importantes da qualidade de vida das pessoas e que, por este motivo, devem ser explorados e utilizados (GAETA, JANIN RIVOLIN e MAZZA, 2013).

Afirma-se, ainda, que a paisagem mensura e desvenda a capacidade ou incapacidade do homem de explorar, de se relacionar e de representar a sua relação com os recursos ambientais e com a história. Destaca-se que a capacidade de produzir a paisagem encontra-se em risco, e que o risco está associado à incapacidade de entender e adotar o sentido essencial da paisagem (GAETA, JANIN RIVOLIN e MAZZA, 2013).

O conceito de paisagem da Convenção Europeia da Paisagem e suas repercussões no planejamento

No debate a respeito da definição do conceito de paisagem e, consequentemente, das políticas e ações de planejamento da paisagem, o ano de 2000 constitui um marco importante, pois é nesse ano que é criada em Florença - Itália a Convenção Europeia da Paisagem (CEP). Ratificada até hoje por 40 países europeus, a CEP constitui uma importante referência, pois define o conceito de paisagem, de política da paisagem, de objetivo de qualidade paisagística, de proteção da paisagem, de gestão da paisagem e de ordenamento da paisagem.

A CEP define a paisagem como "uma parte do território, tal como é apreendida pelas populações, cujo carácter resulta da ação e da interação de fatores naturais e/ou humanos" (CEP, 2000). Nessa definição destaca-se que o caráter e a qualidade da paisagem são resultado da relação e da ação que decorrem entre o

território e as populações residentes, sendo entendidos, estes dois termos, como fatores determinantes na qualificação da paisagem. A relação entre população e paisagem é destacada como algo determinante, sendo mediada pela percepção, pelo conhecimento, pela construção compartilhada das imagens da paisagem.

Outros aspectos importantes se destacam na definição de paisagem da CEP. Inicialmente, vale destacar que não há mais a distinção depreciativa e excludente entre paisagens com diferentes qualidades. Nesse sentido, a dimensão estética não se constitui mais como um elemento distintivo das paisagens, de tal forma que todas as paisagens adquirem igual importância e dignidade, pois a paisagem é reconhecida "como uma componente essencial do ambiente humano, uma expressão da diversidade do seu património comum cultural e natural, e base da sua identidade" (CEP, 2000).

Vale lembrar que a paisagem é reconhecida por uma própria dignidade social e semiótica, pois é vista, também, como um sistema em transformação com redefinição contínua de signos e significados. E por último, a paisagem é vista também na sua dimensão econômica e social que contribui para a consolidação da identidade das populações nela presentes.

Segundo Donadieu (2014, p. 215) "a paisagem designa uma determinada parte do território assim como é percebida por parte das populações, cujo carácter deriva da ação de fatores naturais e/ou humanos e de suas interrelações". São entendidos como 'população' quer os habitantes do lugar, quer os grupos de interesse até o nível nacional e internacional. E é sublinhada a compreensão global, ou seja, não dissociada dos elementos naturais e culturais e da sua evolução no tempo. Não tem mais sentido, portanto, distinguir entre paisagem 'natural' e paisagem 'cultural': cada espaço percebido se torna uma paisagem, um lugar".

A análise da paisagem voltada ao conceito da CEP é complexa, transdisciplinar, sistêmica, dinâmica, relacional e polidimensional. São pressupostos necessários e indispensáveis para garantir o suporte necessário às propostas de inovação e conservação (termos que devem andar juntos), para se realizar e aplicar "políticas da paisagem visando a proteção, gestão e ordenamento da paisagem através da adopção das medidas específicas" (CEP, 2000) e de estratégias conservativas fortemente territorializadas.

O governo da paisagem é proposto em todas as escalas, já que deve "integrar a paisagem nas suas políticas de ordenamento do território e de urbanismo, e nas suas políticas cultural, ambiental, agrícola, social e económica, bem como em quaisquer outras políticas com eventual impacte direto ou indireto na paisagem" (CEP, 2000). No governo da paisagem o Estado tem o papel de promotor, "estabelecendo procedimentos para a participação do público, das autoridades locais e

autoridades regionais, e de outros intervenientes interessados na definição e implementação das políticas da paisagem" (CEP, 2000).

O processo de europeização e internacionalização da questão paisagística e do património ambiental é caracterizado por algumas abordagens recorrentes que podem ser agrupadas em quatro tendências dominantes:

a) Políticas e planos paisagísticos propostos como instrumentos de conservação e proteção da natureza, no que se refere às áreas protegidas e aos parques e suas relações com o território numa perspectiva de desenho integrado das várias componentes da paisagem;

b) Políticas e planos de paisagem desenvolvidos no contexto da ecologia e das ciências naturais e ambientais (landscape ecology);

c) Políticas e planos para a proteção e valorização do patrimônio cultural natural em nível regional e local (planos urbanos e territoriais em várias escalas, atlas, planos de parques e áreas protegidas, observatórios paisagísticos, ecomuseus, etc.);

d) Políticas e instrumentos especificamente orientados para a aplicação da CEP, das regiões europeias que pretendem implementar políticas destinadas a "proteção, gestão, ordenamento paisagístico", tanto as reconhecidas pela sua beleza ou relevância, como as do quotidiano, contribuindo integrar a paisagem nas políticas territoriais também através do envolvimento dos habitantes (GAETA, JANIN RIVOLIN e MAZZA, 2013).

A importância do estudo e do planejamento da paisagem

Na visão do planejador, o estudo da paisagem adquire seu sentido mais profundo quando serve para nortear a governança territorial, garantindo, assim, o planejamento da paisagem. Para implantar esse princípio ocorre criar instrumentos de planejamento específicos para a proteção, valorização e transformação da paisagem.

Para que esses instrumentos se concretizem é necessário, em primeiro lugar, fazer uma reflexão sobre o significado da paisagem e de suas qualidades, que são essencialmente de natureza relacional, e que permitem transformar a estrutura territorial em paisagem. Em segundo lugar considerar o diálogo entre as disciplinas geográficas e as urbanísticas, amadurecido ao longo dos últimos duzentos anos, o que é necessário pela crescente demanda de planos e de instrumentos de regulação e proteção do patrimônio histórico, artístico e ambiental. Em terceiro lugar, considerar o papel técnico operacional e de estímulo às políticas exercido por algum tipo de legislação como, por exemplo, a Convenção Europeia da Paisagem (CEP). Em quarto lugar é importante fazer a revisão dos paradigmas do planejamento associado à falência da época moderna e à conscientização da importância

de se corrigir modelos de desenvolvimento que levaram à degradação das estruturas dos assentamentos e da paisagem. Em quinto e último lugar considerar o aparecimento de uma demanda específica de ambiente e de qualidade da vida por parte da população, a partir da década de 1960, interligando-se com os temas da sustentabilidade, do desenvolvimento e dos efeitos das mudanças climáticas (GAETA, JANIN RIVOLIN e MAZZA, 2013).

Cabe destacar que a paisagem, como afirmava Croce (1908), é "o que constitui a fisionomia, a característica, a singularidade, pela qual uma nação se diferencia da outra, na aparência de suas cidades, nas linhas de seu solo, nas suas curiosidades geológicas". A paisagem, portanto, é o aspecto visível do território e sua proteção prevalece sobre as demais, tais como a ambiental e a urbanística, e por esta razão é necessário respeitar a parte visível do território, protegendo o meio ambiente e planejando as cidades, pois se houver a distorção da parte visível do território, eventualmente exigida por necessidades urbanas ou ambientais, a paisagem pode ser danificada de maneira irreversível.

Não se pode esquecer que a paisagem tem especificidade própria porque o valor protegido é excepcional: é "a cultura expressiva da identidade nacional".

O meio ambiente e o planejamento urbano, por outro lado, protegem diferentes valores que se agregam à paisagem, sem nunca se confundirem com ela, já que o meio ambiente protege o equilíbrio ecológico em favor das gerações futuras e o planejamento urbano persegue a estrutura ordenada da vida social, para fornecer aos cidadãos serviços essenciais e garantir a qualidade de vida.

Se prevalecesse o urbanismo ou o meio ambiente, correr-se-ia o risco de apagar a paisagem e, com ela, a cultura e a identidade coletiva.

A contribuição italiana ao planejamento da paisagem

O estudo sobre o exemplo italiano é apresentado em mais de um capítulo da presente publicação, em virtude da importância de sua referência para os estudos realizados. Comprova-se, a partir do texto que segue, o pioneirismo da Itália nos estudos sobre paisagem, na aplicação dos conceitos e normativas e, principalmente, o amadurecimento nos processos metodológicos, o que nos favorece pensar a partir dos aprendizados que eles construíram.

A noção de paisagem nasceu na Itália em 1920 por Benedetto Croce que, como Ministro da Educação, escreveu a primeira lei italiana, a lei 778 de 1922, em defesa da paisagem junto com um relatório, ainda hoje fundamental para quem quer entender o conceito.

Croce associou inseparavelmente a paisagem à cultura e à identidade nacional. Essa noção, desde suas origens, incluiu não apenas a paisagem natural, mas todo o ambiente em que o homem vive, observado de uma perspectiva particular. Croce afirma: "não é de agora que se revelou que as concepções do homem são o produto, das condições sociais do momento histórico em que ele nasceu, bem como do mundo que o cerca, da feliz ou triste natureza em que vive, do clima, do céu, da atmosfera em que se move e respira" (CROCE, 1990).

Não só a natureza, portanto, mas todo o país "com suas características físicas particulares, com suas montanhas, suas florestas, suas planícies, seus rios, suas margens, com os muitos e variados aspectos de seu solo, tais como se formaram e chegaram até nós através da lenta sucessão dos séculos" (CROCE, 1990).

Para que não haja mal-entendidos, o relatório de Croce esclarece que paisagem é "o que constitui a fisionomia, a característica, a singularidade, pela qual uma nação se diferencia da outra, na aparência de suas cidades, nas linhas de seu solo, nas suas curiosidades geológicas" (CROCE, 1990) e na sua arquitetura, a nosso ver. A obra mais artificial do homem, a cidade, insere-se, portanto, na noção de paisagem, definida por Croce (1990) como "a representação material e visível da pátria".

O elemento distintivo da paisagem é sua ligação com a cultura porque ajuda a "formar a alma nacional". O discurso de Croce (1990) indica como a paisagem é, na Itália, há mais de 100 anos um tema de interesse nacional. Desde 1920 até os dias de hoje podem ser identificadas, na Itália, três gerações de planos da paisagem.

A primeira geração é resultado das leis promulgadas em vários momentos de 1922 até 1984. Essas leis registraram o processo de evolução que ocorreu com relação ao entendimento da paisagem, do conceito de paisagem, especialmente no que dizia respeito aos elementos e às partes a serem consideradas como objeto de atenção e tutela e a evolução dos instrumentos de planejamento que ampliam sua abrangência espacial, passando da escala local, municipal à escala territorial, intermunicipal e ao final, regional. A primeira dessas leis foi a lei n. 788 de 11 de junho de 1922, que declarou "sujeitas a especial proteção às coisas imóveis cuja conservação apresenta um notável interesse público, por causa de sua beleza natural e pela particular relação com a história civil e literária" incluindo, entre elas, as "belezas panorâmicas".

A essa lei seguiu o Desenho de Lei do 15 de junho de 1939 do ministro Bottai que propôs a proteção das belezas naturais e panorâmicas, e a Lei n. 1497 de 29 de junho também de 1939, que definiu os objetos a serem preservados e instituiu como instrumento de proteção o "Piano Territoriale Paesistico", instrumento de pla-

nejamento de âmbito exclusivamente municipal.

No começo da década de 1940, em plena segunda guerra mundial, foi aprovada a lei urbanística nacional n. 1150, de 2 de julho de 1942, que instituiu o "Piano Regolatore Comunale" como instrumento urbanístico de planejamento na escala municipal e o "Piano Regolatore Territoriale" como instrumento urbanístico de planejamento na escala intermunicipal.
Com o fim da segunda guerra mundial e com a transformação da Itália de monarquia a república foi elaborada, em 30 de outubro de 1946, a nova Constituição Italiana. Nela apresenta-se o Art. 9º, que textualmente afirma: "*la Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione*", de modo que é incorporada a tutela da paisagem como princípio fundamental da ação do estado.

Na década de 1960, incorporando temas do debate ambiental e do patrimônio histórico e artístico, a lei urbanística nacional, Lei n. 1150 de 1942 foi modificada pela lei n. 765 de 6 de agosto de 1967, incorporando no conteúdo dos instrumentos de planejamento municipal e intermunicipal "os vínculos a serem observados nas zonas de carácter histórico, ambiental e paisagísticos".

Na década de 1970 o Decreto da Presidência da República n. 8 de 15 de janeiro de 1972 atribuiu ao governo das regiões a competência da elaboração do Piano Paesaggistico.

A Segunda Geração dos Planos da Paisagem nasceu com o decreto de 21 de setembro de 1984 do Ministro dos Bens Culturais e Ambientais que traz a "declaração de notável interesse público dos territórios das costas, dos territórios em volta de lagos, rios, torrentes, cursos de água, das montanhas, das geleiras dos círculos glaciares, dos parques, das reservas, dos bosques, das florestas, das áreas das universidades agrícolas, e das zonas com usos cívicos".

O decreto foi transformado na lei n.431 em 8 de agosto de 1985, e essa lei é conhecida como Lei Galasso. O que essa lei traz de novo é a concepção da proteção da paisagem integrada para uma grande parte da paisagem e do território italiano, com o abandono da concepção puramente estética da paisagem, possibilitando, de fato, que as regiões possam elaborar seus planos da paisagem.

A lei Galasso confere ao Plano Regional de Paisagem (PRP) os instrumentos legislativos para poder impor diretamente restrições e prescrições vinculativas às entidades públicas e privadas. Os requisitos do PRP devem, portanto, ser considerados predominantes com relação ao uso pretendido dos planos diretores municipais no que diz respeito às questões ambientais e paisagísticas. A área de atuação reconhecida pelo PRP é a das áreas protegidas, mas uma interpretação extensiva

dos dispositivos legislativos baseada no maior interesse da comunidade na conservação e defesa do património ambiental e paisagístico, permite alargar o âmbito de competência do PRP até incluir todo o território regional.

A segunda geração dos planos da paisagem na Itália é composta de planos a escala regional abordando todo o território de competência das regiões.

O quadro dessa geração de planos é bastante heterogêneo, pois cada uma das 20 regiões italianas elaborou seu plano seguindo o caminho que lhe parecia melhor. Nesse sentido, algumas regiões produziram planos regionais que se tornaram referência, como no caso dos Planos Regionais da Paisagem das regiões da Emilia-Romagna, da Toscana e do Piemonte. Outras regiões, principalmente as regiões do sul da Itália, ficam atrás, demorando na elaboração dos seus planos, ou elaborando planos de qualidade duvidosa.

O Plano da Paisagem da Região Emilia-Romagna chama atenção, pois foi elaborado declarando um princípio básico: "o desejo de interpretar a paisagem não em termos estáticos, mas como resultado de processos dinâmicos que mudam ao longo do tempo, determinando equilíbrios modificáveis" (FUSERO, s.a.). Partindo do reconhecimento das diferentes identidades locais, assumindo a consciência do seu valor, procura-se identificar os efeitos que ações impróprias podem determinar na modificação das culturas e da história das sociedades locais, a partir da transformação das características da paisagem.

Um objetivo prioritário do Plano de Paisagem é, portanto, fornecer parâmetros de referência que possam ser utilizados de forma unívoca para avaliação da compatibilidade dos processos de transformação territorial em curso. O maior problema consiste em ter uma clara compreensão das consequências ambientais e paisagísticas que estas escolhas podem acarretar nas várias realidades locais, em termos de perda de identidade, destruição de bens ou, pelo contrário, de novas oportunidades, incluindo econômicas, ligadas à valorização dos bens territoriais. Nesse sentido, o Plano pode ser considerado como uma espécie de "interpretação administrativa" da paisagem ao identificar áreas territoriais (as "Unidades de Paisagem") nas quais há substancial homogeneidade da estrutura, das características e das relações sociais que constituem o quadro de referência dentro qual aplicar as regras de proteção.

Os planos da paisagem da segunda geração deixam alguns questionamentos que podem ser agrupados em duas vertentes. A primeira, de natureza científico-cultural, inclui:

a) O tema dos planos paisagísticos e ambientais;

b) A abordagem cultural dos temas da paisagem e do ambiente, tendo como referência a comparação entre a tradição estético-perceptiva e a geográfico-estrutural-geográfica;

c) A relação entre análise e projeto da paisagem e do ambiente, nos planos de paisagem, tendo como referência o equilíbrio entre o papel das salvaguardas e o das estratégias;

d) O entrelaçamento dos aspectos paisagístico-ambientais e territoriais (urbanos e econômicos) e a identidade incerta dos planos paisagísticos;

e) A articulação entre os temas da requalificação paisagística e o debate sobre os centros históricos com referência à Nova Carta de Gubbio de 1990 que estabelece a extensão dos princípios de conservação a todo o território (GAETA, JANIN RIVOLIN e MAZZA, 2013).

A segunda área, de cunho técnico-jurídico, está vinculada ao conjunto de medidas que, entre o final da década de 1980 e o início da década de 1990, enriqueceram a legislação italiana e influenciaram o debate sobre a paisagem:

a) A relação entre a questão paisagística, a proteção dos espaços naturais e o ordenamento das áreas protegidas;

b) A relação entre os planos paisagísticos e os planos das bacias hidrográficas (GAETA, JANIN RIVOLIN e MAZZA, 2013).

A terceira geração começa com a aprovação da Convenção Europeia da Paisagem - CEP criada em Florença - Itália no ano de 2000 e ratificada pela Itália em 2004 com o Decreto n. 42 de 2004 chamado de Códice Urbani que foi atualizado em 2008. O Art.31 do Codice Urbani diz que a paisagem é o produto da relação entre os fatores humanos e naturais, sendo que a paisagem não é algo fixo, mas em contínua evolução, e como tal é submetida por parte dos planos a uma ação de tutela e proteção, definindo os graus das mudanças e as guiando.

As regiões têm um papel determinante na medida que são elas que devem elaborar os planos da paisagem que dividem o território em âmbitos ou unidades de paisagem, caracterizados por uma homogeneidade ou especificidade de interrelação entre os fatores humanos e naturais. Para cada âmbito são definidas regras e normas e os planos devem incorporar os conceitos da CEP tratando, como parte integrante do planejamento, também as paisagens marginais de pouca expressão e aquelas degradadas.

Objetivo primário dos planos de terceira geração é a conservação da identidade dos lugares através da proteção e tutela dos bens paisagísticos, da requalificação das paisagens degradadas e da implementação de políticas de desenvolvimento sustentável.

Os planos conjugam a dimensão descritiva na qual são identificados os valores históricos, naturais, estéticos e suas relações, com a dimensão propositiva que se vale da primeira. Estes novos instrumentos de planejamento buscam proteger a qualidade das paisagens, garantindo os benefícios econômicos que dela derivam para vários setores de atividades. Eles buscam elaborar propostas de intervenção que, com o resgate de recursos esquecidos e a recuperação de situações de degradação, potencializem a renovação da paisagem visando uma melhora de sua qualidade ativando os atores e os recursos econômicos presentes no território.

É na definição de ações de valorização, recuperação e requalificação das paisagens comprometidas e a criação de novos valores das paisagens que os planos de terceira geração encontram seu sentido mais profundo, garantindo igual dignidade para todas as paisagens, em sintonia com a CEP.

Só adotando essa postura é possível construir e incorporar novos valores, ultrapassar as condicionantes de vinculação dos sítios de maior importância, considerando a totalidade do território, envolver as populações locais e gerar ações para valorizar, recuperar ou criar paisagens.

A Unidade e Paisagem e o Âmbito de Paisagem

As Unidades de Paisagem - UPs utilizadas na Itália em vários Planos Regionais da paisagem representam áreas territoriais com características homogêneas em relação aos processos de transformação territorial. Através das UPs é possível identificar a originalidade da paisagem, especificar os seus elementos caracterizadores, de forma a permitir uma gestão coerente dos processos de conservação e de transformação induzidos pelo planejamento territorial setorial à escala local. As UPs são identificadas com base na intersecção de uma série de fatores: constituição geológica, elementos geomorfológicos, altitude, microclima e outras características físico-geográficas, vegetação, expressões materiais da presença humana.

A articulação do território em UPs é um dos aspectos mais interessantes do Plano de Paisagem, não tanto pelo uso direto em termos de métodos de implementação dos processos transformativos, mas pela capacidade do método de reconhecimento de consciência das identidades locais individuais (FUSARO, s.a.).

Nos últimos anos, às UPs juntaram-se outros parâmetros e elementos de reflexão que consideram, de tempos a tempos, alguns fatores de maior importância que outros, em relação à variação dos contextos, dessa forma as UPs foram substituídas pelos Âmbitos de Paisagem - APs.

Os APs são dispositivos de ordenamento espacial da paisagem através dos quais se pretende abordar ações de conservação, reconstrução ou transformação

sobre a ideia de um projeto específico. Eles são identificados quer pela aparência, quer pela "forma" que se consubstancia numa certa coerência interna. Compõem uma estrutura ou lugares de interação dos recursos do meio ambiente, do patrimônio histórico-cultural e do povoamento, ambos como lugares do projeto territorial (OSSERVATORIO DELLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA E DELLA QULITÁ DEL PAESAGGIO, REGIONE SARDEGNA, 2022).

Para os APs o Plano da Paisagem define específicas indicações e ordenam previsões para:

a) A conservação dos elementos constitutivos e das morfologias dos bens paisagísticos protegidos, consideradas as tipologias arquitetônicas, as técnicas e os materiais construtivos;

b) A recuperação das áreas comprometidas ou degradadas;

c) A proteção das características paisagísticas dos outros âmbitos territoriais, garantindo, ao mesmo tempo, o menor consumo de solo;

d) A definição de linhas de desenvolvimento urbanísticos e edilícias.

A Paisagem Rural na caracterização das Unidades de Paisagem para o estudo da paisagem no Brasil

Um aspecto importante na caracterização das unidades de paisagem, que corre o risco de ficar em segundo plano, é a dimensão rural, especialmente no que diz respeito à análise e organização desse tipo de espaço. Observa-se que existe ainda hoje, e particularmente no Brasil, uma grave carência conceitual e metodológica que leva a análise e a caracterização do espaço rural a ser feita utilizando ainda categorias conceituais construídas em função das exigências do desenvolvimento urbano.

No Brasil há hoje, mais do que nunca, a necessidade de métodos de análise dos recursos físicos e de métodos de classificação das formas dos usos do território, em decorrência da evolução de grande parte da paisagem, especialmente na região sudeste, sul e nordeste. Faltam modelos de descrição e de conhecimento do espaço rural, impedindo de se ter critérios específicos para a orientação ao planejamento do território rural.

Essa análise deve passar pelo entendimento dos processos de transformação dos usos e pela proteção das qualidades dos lugares que são expressão das características intrínsecas desse território, onde estão presentes tanto um sistema produtivo dinâmico, quanto um sistema de assentamentos antrópicos. São os dois sistemas que, em conjunto, formam uma paisagem única e específica, que é o resultado do processo de adaptação entre o homem e o meio ambiente.

É de extrema importância conhecer esses sistemas e entender os elementos e as regras que deles fazem parte e que os ordenam. Como afirma Carlo Monti "cada território agrícola, com a sua estratificação centenária dos processos de produção e de povoamento, tem diferentes potencialidades de transformação e organiza-se em torno de diferentes sistemas de signos herdados da sua morfologia ou do trabalho do homem" (MONTI, 1985, pag.10).

Entende-se, portanto, como a análise torna-se decisiva para o conhecimento e o planejamento das áreas rurais, devendo ser propositiva, e não meramente descritiva, para que possam emergir e serem compartilhadas, entre os atores sociais, as regras de organização produtiva e de ocupação espacial que no passado governaram o território, as invariantes que assim se formaram, as transformações possíveis e admissíveis em relação à utilidade coletiva (MONTI, 1985). Entende-se por "invariante estrutural" aquele elemento permanente da paisagem que atua como matriz em relação às mudanças mais ou menos contínuas do restante. Como nos tecidos urbanos, também no território é possível ler um tecido, identificar e proteger elementos fixos, e permitir/governar em torno deles as transformações exigidas pelas necessidades de produção e assentamentos (MONTI, 1985).

Uma análise com esses objetivos deve ser abrangente e não setorial, e comparar continuamente as necessidades do meio ambiente e as da economia, ou seja, as necessidades de salvaguarda dos equilíbrios ecológicos, de proteção e valorização da paisagem, de reconhecimento da cultura e história das comunidades assentadas e as necessidades de uso racional do solo como recurso produtivo (MONTI, 1985). Componente essencial desse tipo de análise é a leitura histórica das transformações territoriais e socioeconômicas

O tipo de análise proposta deve se adaptar e adequar à realidade brasileira, considerando que a pouca atenção dada à paisagem como objeto de estudo e de intervenção, faz com que essa parte do território seja vista, quase que unicamente do ponto de vista produtivo. Esta situação dificulta a leitura histórica das transformações territoriais e socioeconômicas das áreas rurais no Brasil, por falta de estudos com essa finalidade e por falta de registros, considerando que os estudos territoriais e socioeconômicos sempre foram pautados nas áreas urbanas e, mais especificamente, nas áreas metropolitanas.

O estudo da Paisagem Rural da região do Quadrilátero Ferrífero

A área do Quadrilátero Ferrífero é uma região no sudeste brasileiro que envolve 35 municípios e ocupa uma área aproximada de 7.000 km2, localizada na porção centro-sudeste do estado de Minas Gerais. Esta região é muito rica em recursos minerais e, por essa razão, tem um papel importante no processo de ocupação do interior do Brasil, já que no começo do século XVII foi descoberta, graças às ex-

pedições de exploração e de busca e captura de escravos foragidos. Descoberto pelas chamadas bandeiras, o ouro de aluvião presente nos cursos d'água atraiu a atenção da coroa portuguesa que passou a fiscalizar o acesso e o povoamento dessa região e o processo de extração do ouro.

Após o exaurimento do ciclo do ouro a região manteve sua importância graças à presença do minério de ferro, descoberto no final do século XVII, e recebeu o nome de Quadrilátero Ferrífero, na década de 1950, por parte do geólogo Gonzaga de Campos, devido à configuração "planimétrica quadrangular" dos maiores depósitos de minério de Ferro, que aparece nas principais elevações que delimitam a região (SILVA, 2007).

Até hoje essa região é uma das maiores produtoras de minério de ferro do Brasil e do mundo e continua, até hoje, a ser uma das regiões mais estudadas no Brasil. Por causa de sua importância econômica os estudos se concentram, ainda hoje, quase que exclusivamente nos aspectos referentes à geologia, deixando em segundo plano os outros aspectos que compõem esse espaço regional tais como:

- O estudo da dimensão urbana em âmbito municipal (crescimento e espraiamento dos tecidos e das funções urbanas) e regional (urbanização extensiva, novos formatos urbanos, sistema urbano regional)
- O estudo da dimensão rural em âmbito municipal (alastramento da atividade urbana e recuo dos usos rurais) e regional (distribuição espacial das atividades produtivas e das estruturas organizacionais);
- O estudo da dimensão socioambiental (perda de recursos, perda da identidade e das tradições).

Definindo as Unidades de Paisagem da Área Rural

A definição das unidades de paisagem da área rural foi conduzida com os dados:

1. Dados de uso e ocupação do solo para analisar a estrutura e a distribuição espacial das atividades e sua evolução ao longo do tempo;
2. Dados das propriedades rurais para analisar a estrutura fundiária e a distribuição espacial das propriedades com relação ao tamanho.

Para o primeiro tipo de dados levantaram-se as informações fornecidas pelo site Mapbiomas.org, considerando a série histórica de 1980 a 2020, com intervalo de 5 em 5 anos. Para o segundo tipo de dados levantaram-se as informações disponibilizadas pelo site do Cadastro Ambiental Rural, o car.gov.br, para o ano de 2020. Para a definição das Unidades de Paisagem Rural, a partir das informações levantadas e das análises feitas, considerou-se necessário combinar as informações das duas categorias de dados para se identificar e definir o percentual de predomínio de uso por propriedade rural. A definição do predomínio de uso foi considerada necessária e determinante para identificar aquela característica que se sobressai

na paisagem e que se torna marcante na identificação das unidades de paisagem, possibilitando a obtenção de um arranjo preliminar de conjunto. Em um segundo momento, cada unidade da paisagem foi verificada através de análise foto interpretativa das imagens aéreas de satélite, de forma a possibilitar eventuais alterações e reajustes, tanto pontuais quanto em termos de conjunto.

Caracterização das Unidades de Paisagem

Ao longo da aplicação da metodologia mencionada no parágrafo anterior foi necessário excluir categorias de uso do solo que tinham poucas ou nenhuma presença na região de estudo. As 12 categorias iniciais do Mapbiomas são: afloramento rochoso, cultivo anual e perene, mosaico de agricultura e pastagem, mosaico de agricultura e pastagem, floresta plantada, floresta natural, savana, formação campestre, espelho d'água, infraestrutura urbana, mineração, outra área não vegetada. Elas foram reduzidas a seis, sendo elas:

1 - Afloramento rochoso;
2 - Floresta natural;
3 - Floresta plantada;
4 - Formação campestre;
5 - Mosaico de agricultura e pastagem;
6 - Pastagem.

A utilização dessas categorias permitiu estabelecer os elementos que determinam a paisagem rural do Quadrilátero Ferrífero e a figura 01 mostra o resultado da espacialização do predomínio de usos nas propriedades rurais (Fig. 01).

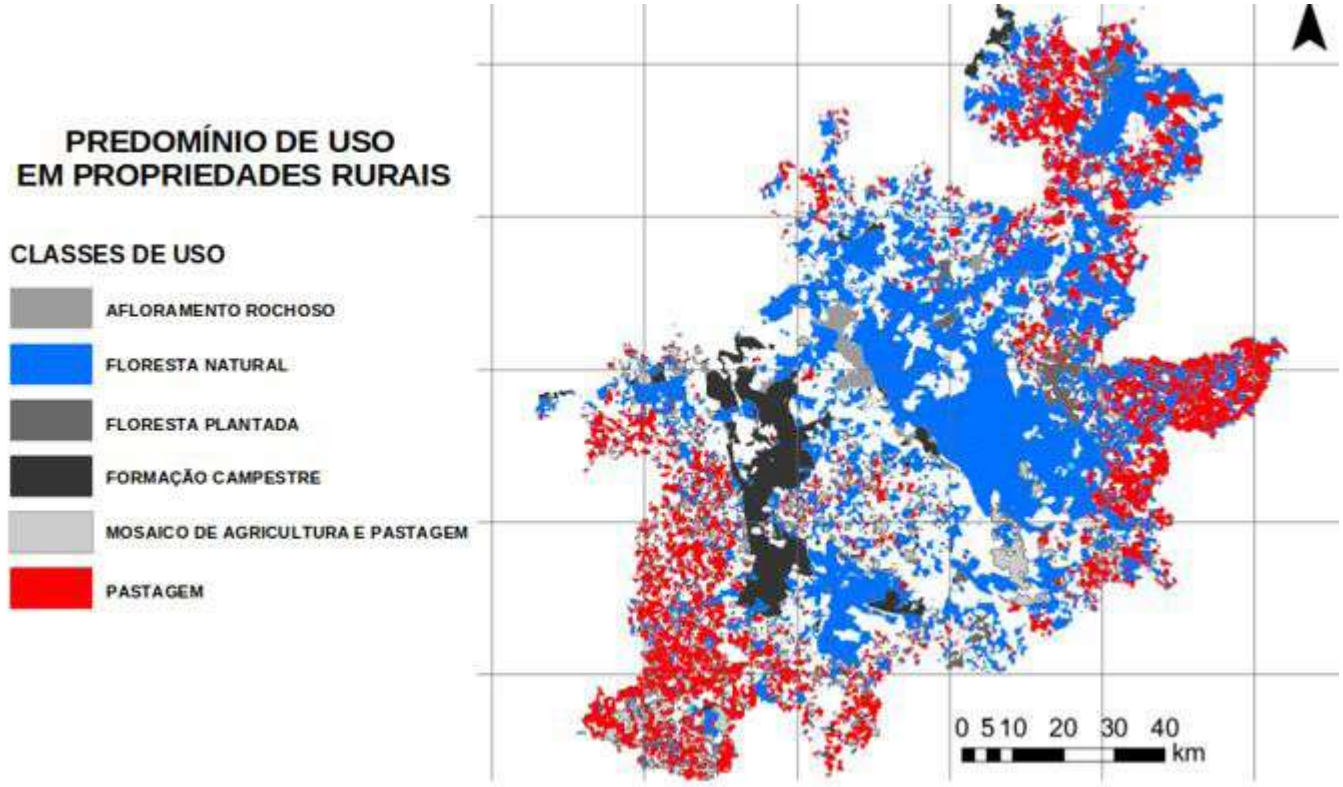


Fig. 01 – Predomínio de classes uso por propriedade rural. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

É perceptível a presença de agrupamentos de categorias de usos, de tal forma que foi possível elaborar uma compartimentação regional composta por zonas homogêneas. (Fig. 02).

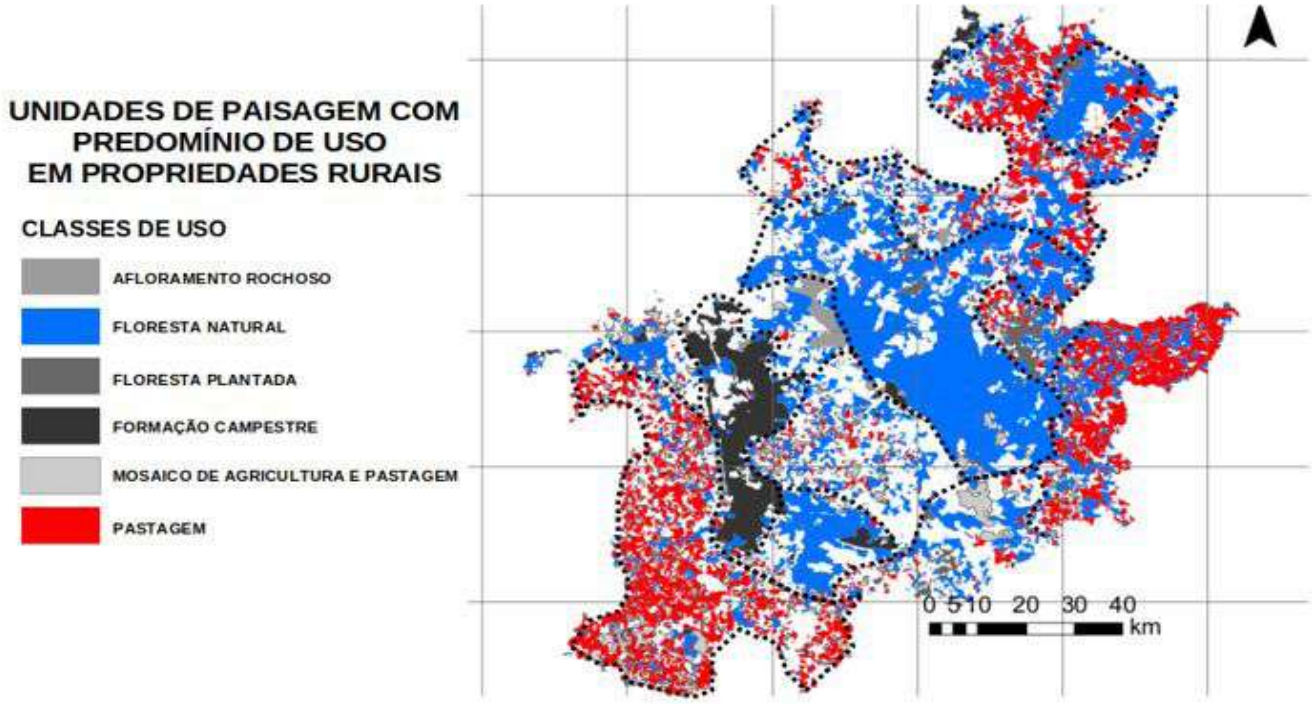
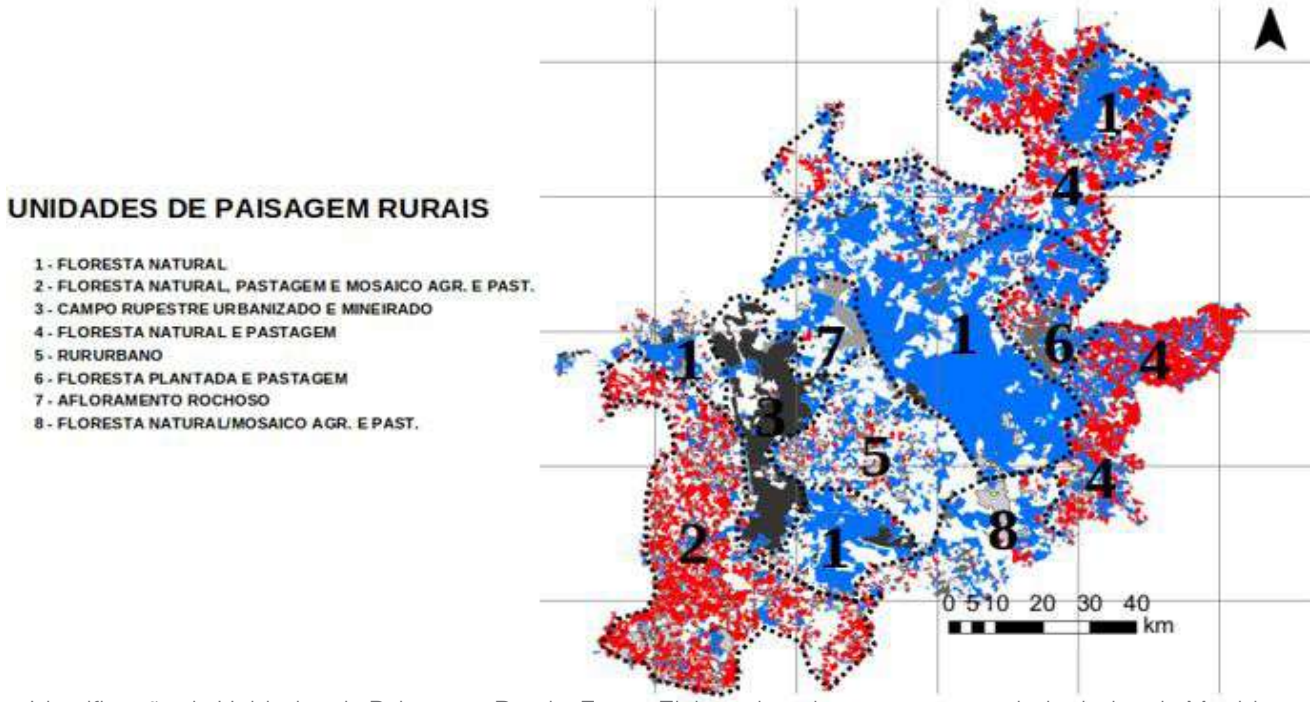


Fig. 02 – Elaboração de compartimentação regional composta por zonas homogêneas. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

A compartimentação regional em zonas homogêneas foi referendada pela análise e fotointerpretação de imagens de satélite da área da região, de tal maneira que foi possível identificar para cada zona uma paisagem específica, de modo que cada zona se tornou uma unidade de paisagem rural. (Fig. 03)



.

Fig. 03 – Identificação de Unidades de Paisagens Rurais. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

Foram identificadas oito unidades de paisagem rural, cada uma das quais foi nomeada a partir de suas características (de usos e cobertura, geomorfológicas, hidrológicas, urbanas, etc.), sendo estas (Fig. 04):

1 - “Unidade de paisagem das Serras”;
2 - “Unidade de Paisagem do Alto Paraopeba e do Vale do Paraopeba”;
3 - “Unidade de Paisagem da Serra e Planalto de Moeda”;
4 - “Unidade de Paisagem do Oeste do Quadrilátero Ferrífero”;
5 - “Unidade de Paisagem Rururbana da Depressão do Bação”;
6 - “Unidade de paisagem de florestas plantadas e pastagem”;
7 - “Unidade de paisagem com Afloramento Rochoso”;
8 - “Unidade de paisagem do entorno de Mariana”.

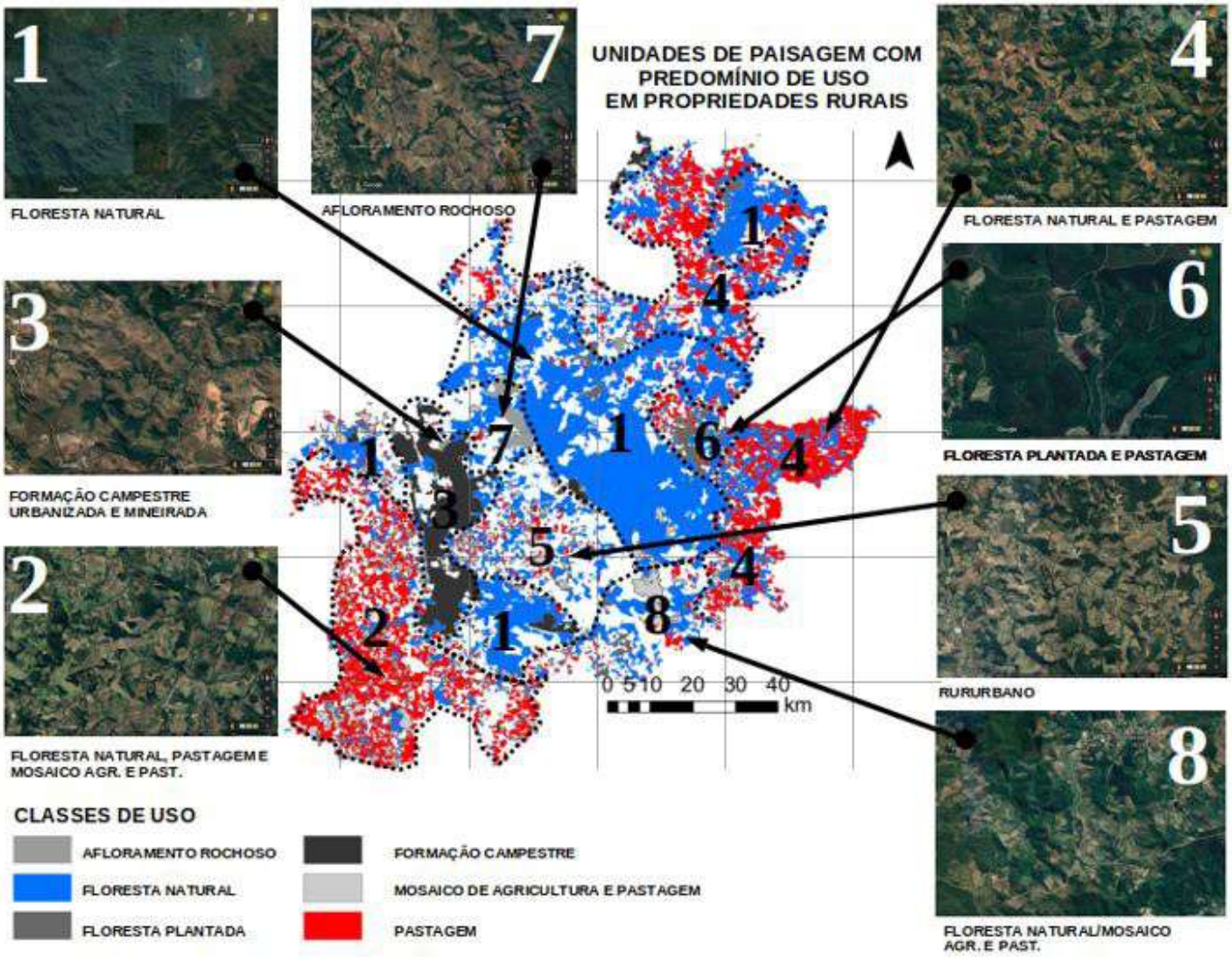


Fig. 04 – Identificação e denominação das Unidades de Paisagem Rural. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020, e apresentação de imagens Google Earth..

1 “Unidade de Paisagem das Serras”

A primeira unidade de paisagem rural encontrada foi nomeada de “Unidade de Paisagem das Serras”. Essa unidade se caracteriza por ser um conjunto de três regiões nas quais predomina a floresta natural como tipo de cobertura vegetal principal em áreas caracterizadas como serras, sendo estas: a Serra de Ouro Branco, localizada na porção sul do Quadrilátero Ferrífero, a Serra do Caraça e a Serra do Gandarela, localizadas na porção central do Quadrilátero Ferrífero e as elevações em volta das áreas com mineração do município de Itabira.

Nessa unidade de paisagem a presença antrópica é rarefeita com, em geral, a presença de núcleos urbanos de pequeno tamanho e de pouca importância do ponto de vista da economia regional. A estrutura fundiária se caracteriza pela presença de grandes propriedades particulares associadas à presença de unidades de conservação estaduais e federais. (Fig. 05, 06 e 07).

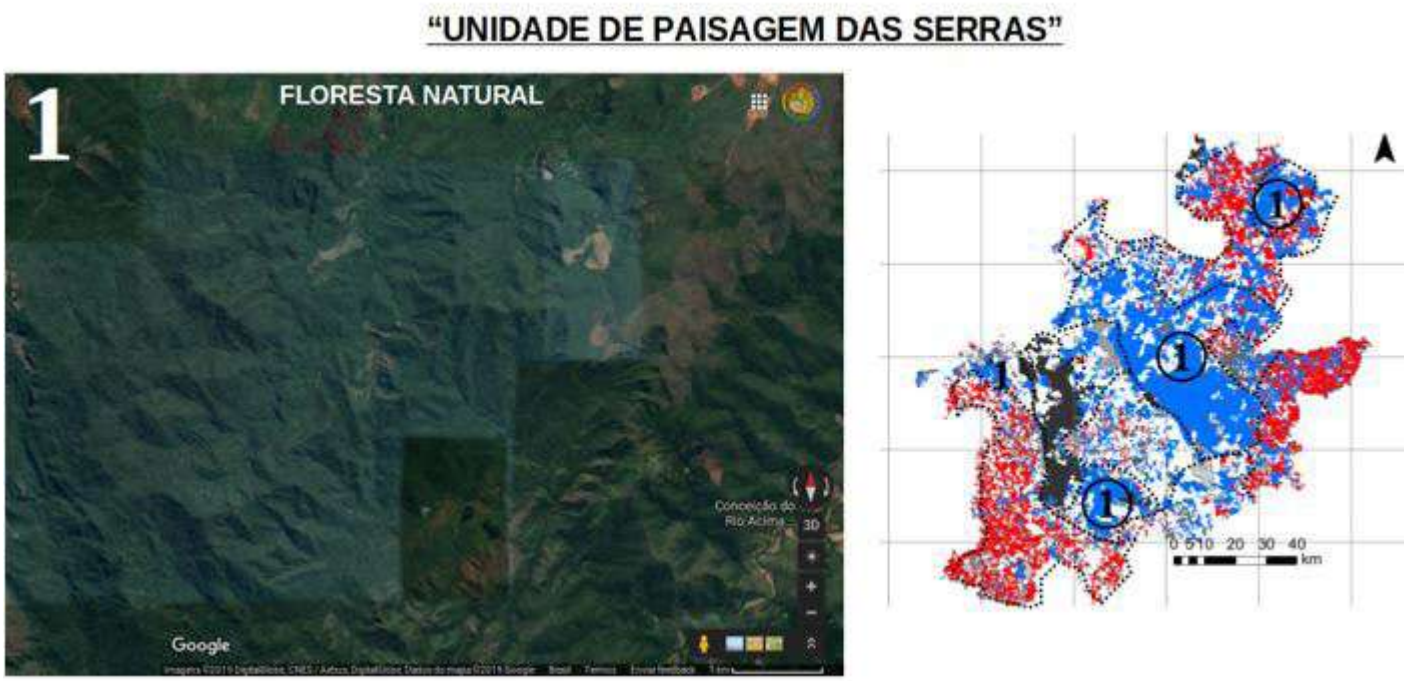


Fig. 05 – Unidade de Paisagem das Serras. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, e apresentação de imagens Google Earth.., 2020

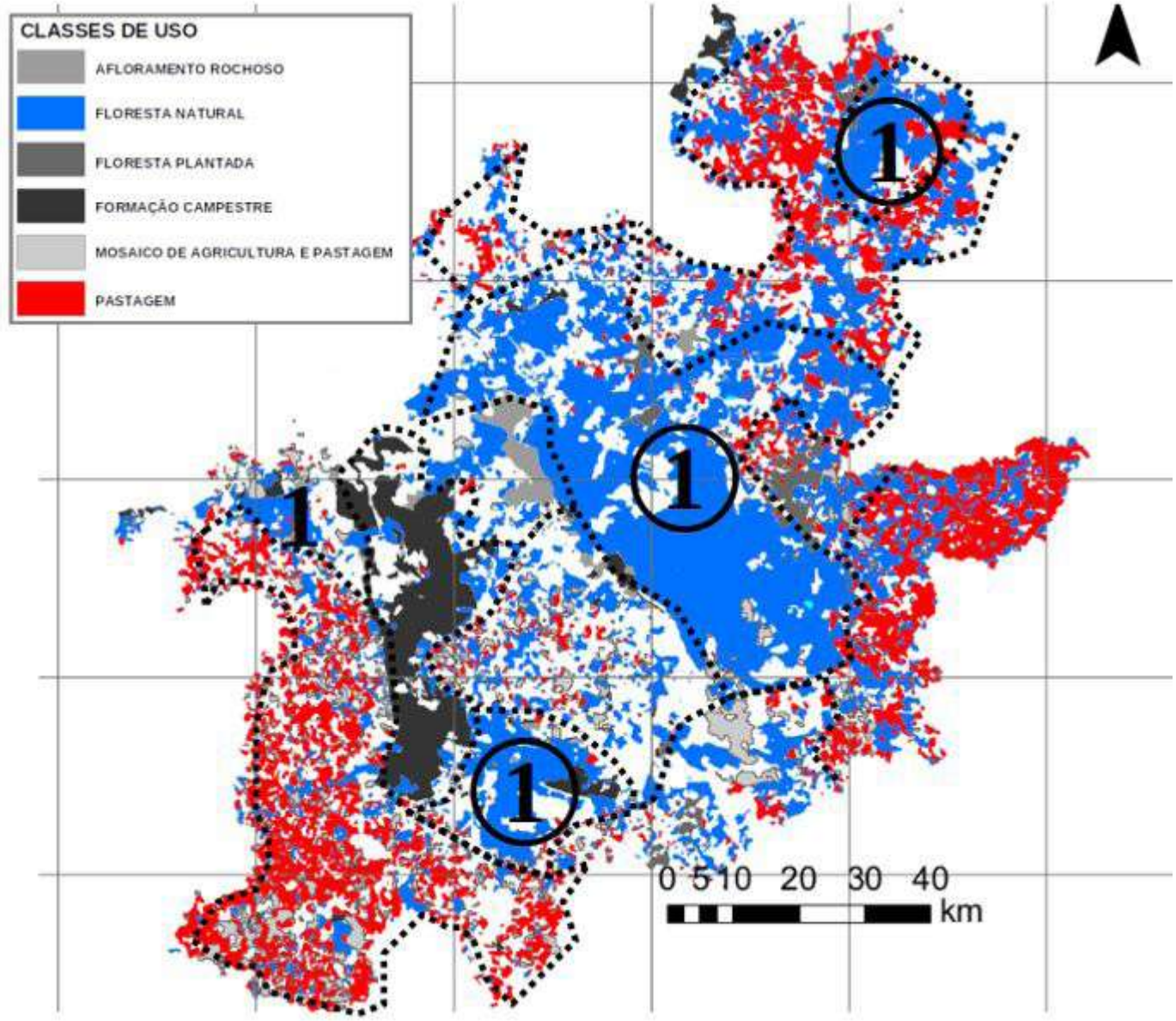


Fig. 06 – Detalhe da Unidade de Paisagem das Serras. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

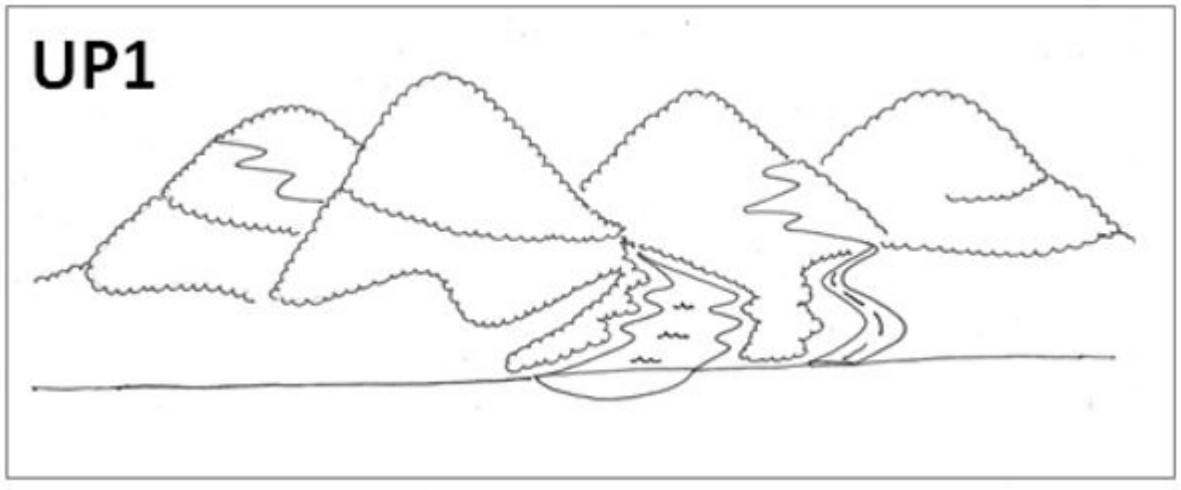


Fig. 07 – Croqui da Unidade de Paisagem das Serras. Fonte: Elaborado pelos autores.

2 “Unidade de Paisagem do Alto Paraopeba e do Vale do Paraopeba”

A segunda unidade de paisagem é a “Unidade de Paisagem do Alto Paraopeba e do Vale do Paraobeba”. Nessa unidade predominam os usos de floresta natural, pastagem e mosaico de agricultura e pastagem. Ela está localizada na porção oeste e sudoeste do Quadrilátero Ferrífero e corresponde, em grande parte, ao vale do rio Paraopeba e à região ao Alto Paraopeba, sendo constituída e grande parte pelos territórios municipais de nos municípios de Ouro Branco, Congonhas, São Brás do Suaçuí, Jeceaba, Belo vale, Moeda e Brumadinho. (Fig. 08, 09 e 10).

A principal característica dessa paisagem é o mosaico de seus usos associados às práticas agrícolas específicas, como o cultivo de cítricos no vale do Paraopeba que se articula com a presença de fragmentos de vegetação de grande porte, localizados em geral nas vertentes com menor insolação, e as áreas de pastagem. Há a presença de vegetação ripária ao longo do conjunto de aquíferos que recortam essa unidade de paisagem.

A presença antrópica se manifesta com núcleos urbanos de pequenas dimensões localizados em pontos estratégicos de articulação viária, a maioria deles ao longo dos principais aquíferos. O sistema viário dessa unidade de paisagem é articulado e difuso, como o predomínio das estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e garantem o escoamento da produção agrícola. É uma unidade de paisagem que tem limites claros, definidos, a partir da presença de serras importantes como a Serra da Moeda ao leste e ao sul e a Serra do Curral ao norte. A estrutura fundiária é caracterizada pelo predomínio de pequenas propriedades o que contribui significativamente na caracterização da paisagem.

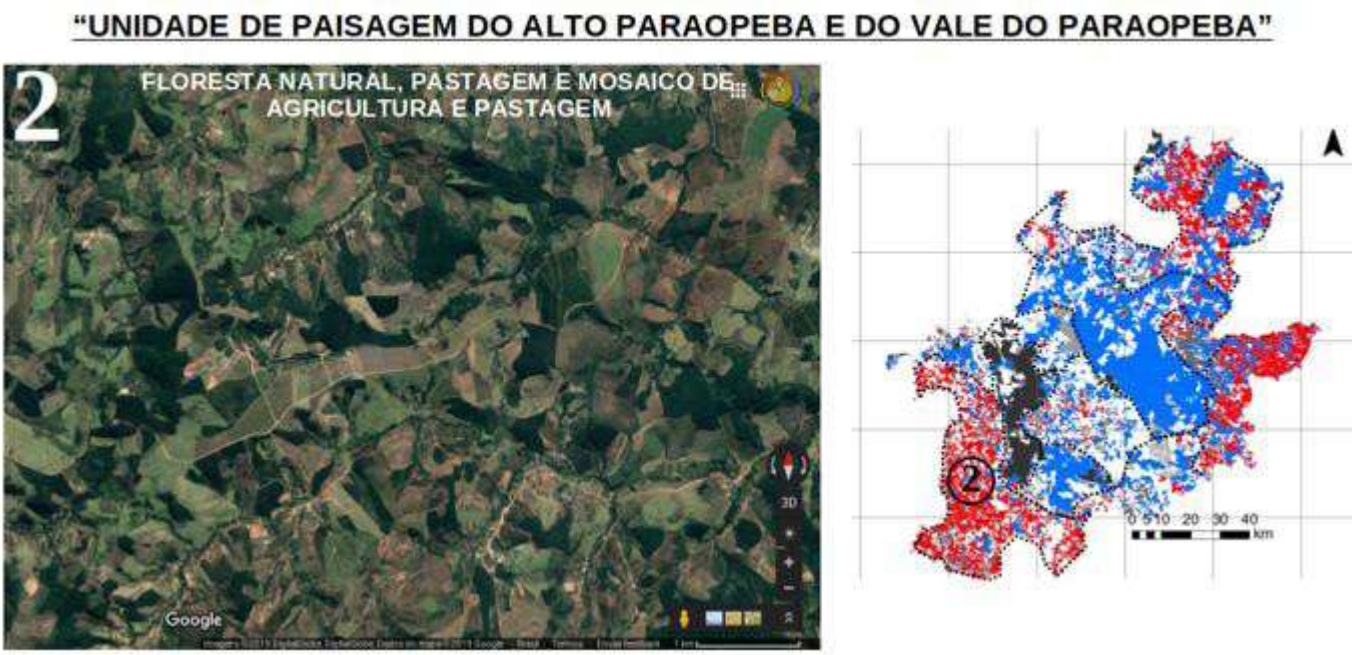


Fig. 08 – Unidade de Paisagem do Alto Paraopeba e do Vale do Paraopeba. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020, e apresentação de imagens Google Earth...

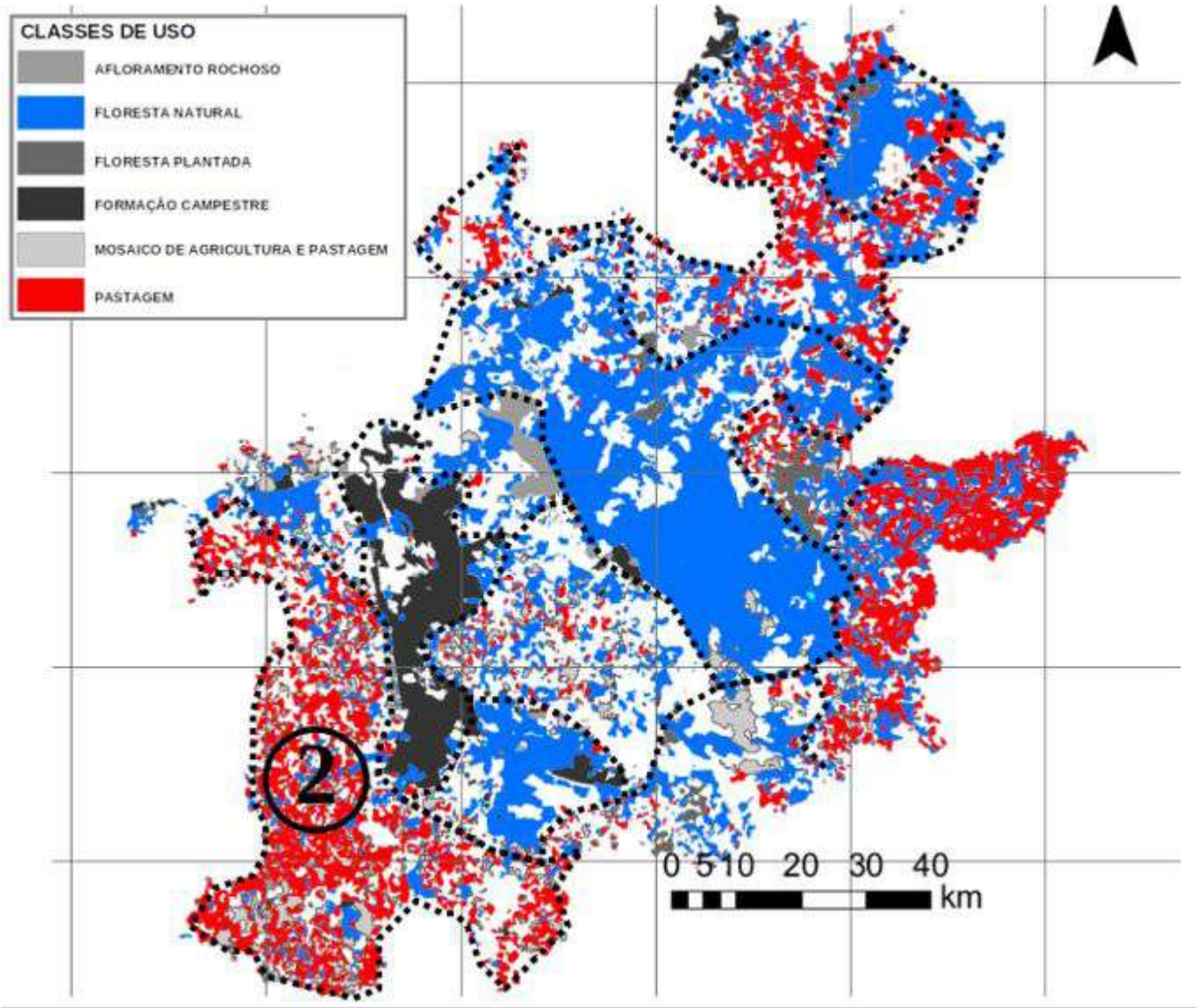


Fig. 09 – Detalhe da Unidade de Paisagem do Alto Paraopeba e do Vale do Paraopeba. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

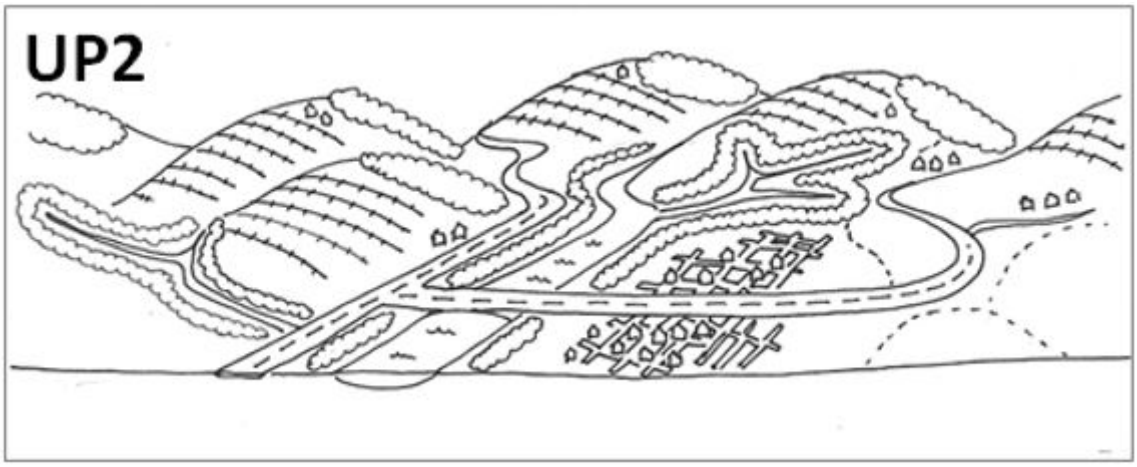


Fig. 10 – Croqui da Unidade do Alto Paraopeba e do Vale do Paraopeba. Fonte: Elaborado pelos autores.

3 “Unidade de Paisagem da Serra e do Planalto da Moeda”

A terceira unidade de paisagem tem o nome de “Unidade de Paisagem da Serra e do Planalto da Moeda”. Nessa unidade predominam como usos a formação campestre e as atividades de mineração. Essa paisagem é recortada no sentido norte-sul pela rodovia federal BR 040 que, passando por Belo Horizonte, liga a capital federal à cidade do Rio de Janeiro. Na sua porção norte faz divisa com a mancha da conurbação metropolitana da capital mineira e, ao longo da BR 040, as numerosas urbanizações presentes constituem o vetor sul da expansão da conurbação metropolitana. Os elementos que constituem essa paisagem são a Serra da Moeda e a área ao leste da Serra da Moeda, que se constitui como o planalto da Serra da Moeda. (Fig. 11, 12 e 13).

A Serra da Moeda encontra-se em grande parte preservada, com a presença difusa de condomínios e mineração. No planalto da Serra da Moeda encontra-se a rodovia federal BR 040 (situada paralela à serra), algumas áreas de mineração, e numerosas organizações localizadas ao longo da rodovia constituídas, em geral, por loteamentos e condomínios. Sempre no planalto da Serra da Moeda há uma importante centralidade metropolitana que é o Jardim Canadá, bairro que pertence ao município de Nova Lima e que condiciona e polariza seu entorno. Nessa unidade há a presença de algumas pequenas represas, como o Lago do Miguelão, a Lagoa dos Ingleses, a Lagoa Água Limpa e a Lagoa das Codornas, todas elas represadas inicialmente para a produção de energia elétrica.

A estrutura fundiária é composta por grande propriedade de posse das empresas mineradoras e de empresas do ramo imobiliário voltadas a impulsionar o crescimento urbano nessa região.

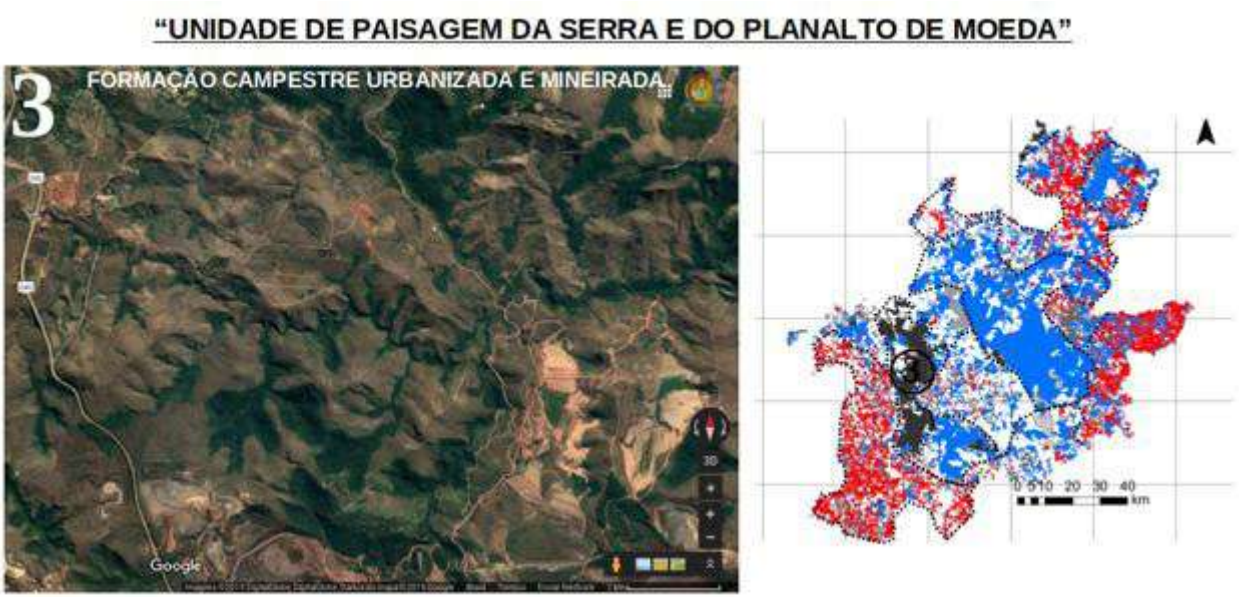


Fig. 11 – Unidade de Paisagem da Serra e do Planalto de Moeda. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020, e apresentação de imagens Google Earth...

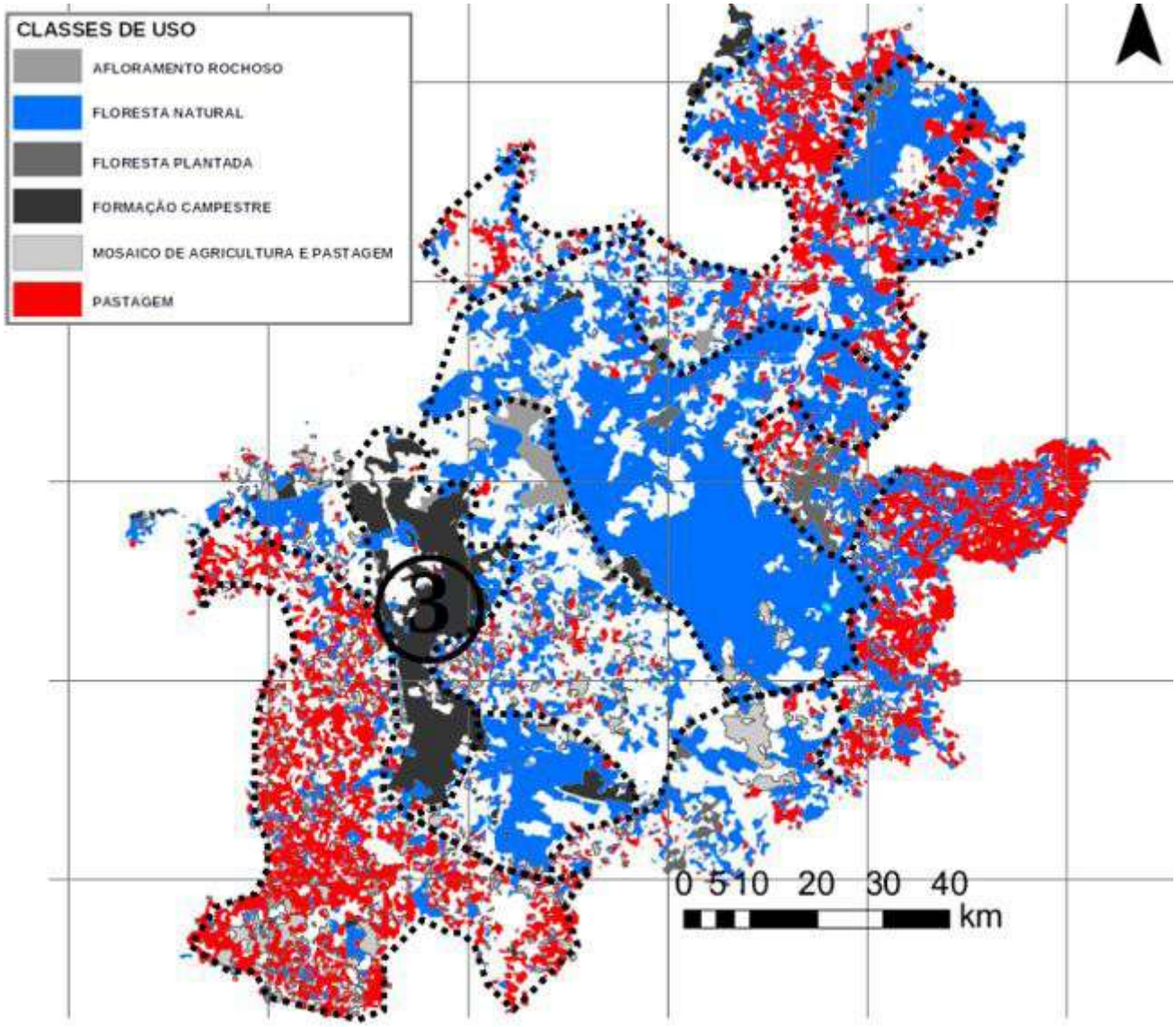


Fig. 12 – Detalhe da Unidade de Paisagem da Serra e do Planalto de Moeda. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

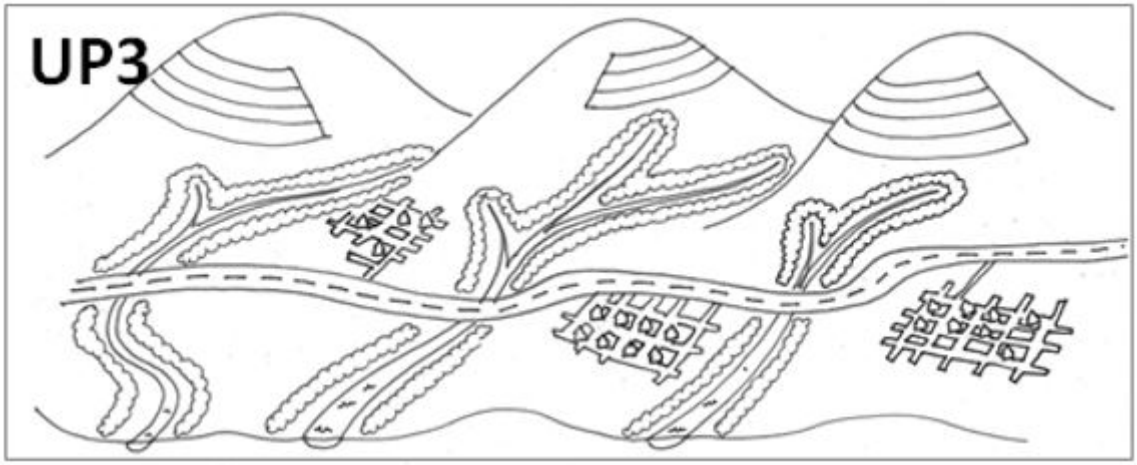


Fig. 13 – Croqui da Unidade de Paisagem da Serra e do Planalto de Moeda. Fonte: Elaborado pelos autores.

4 “Unidade de Paisagem do Oeste do Quadrilátero Ferrífero”

A quarta unidade de paisagem é a “Unidade de Paisagem do Oeste do Quadrilátero Ferrífero”. Como o nome diz, é uma unidade de paisagem que ocupa toda a parte oeste do Quadrilátero Ferrífero e é uma unidade de grandes dimensões. Sua paisagem se caracteriza por ser composta por morros com um mosaico de floresta natural e pastagem. A floresta natural ocupa as partes mais altas dos morros e as áreas de pasto ocupam os vales entre os morros e as margens dos numerosos aquíferos ali presentes. A presença antrópica é pouco expressiva, constituída por fazendas e há também povoados e pequenos centros urbanos de pouca importância regional em termos econômicos. A porção mais ao norte dessa paisagem é cortada pela BR 262/381, no trecho em que se encontra duplicada. O processo de duplicação dessa importante artéria viária poderá trazer significativas transformações nessa paisagem, sobretudo do ponto de vista do espraiamento da expansão urbana. (Fig. 14, 15 e 16).

Do ponto de vista da estrutura fundiária essa unidade de paisagem é composta por propriedades de tamanho variado predominando aquelas de médio a grande porte.

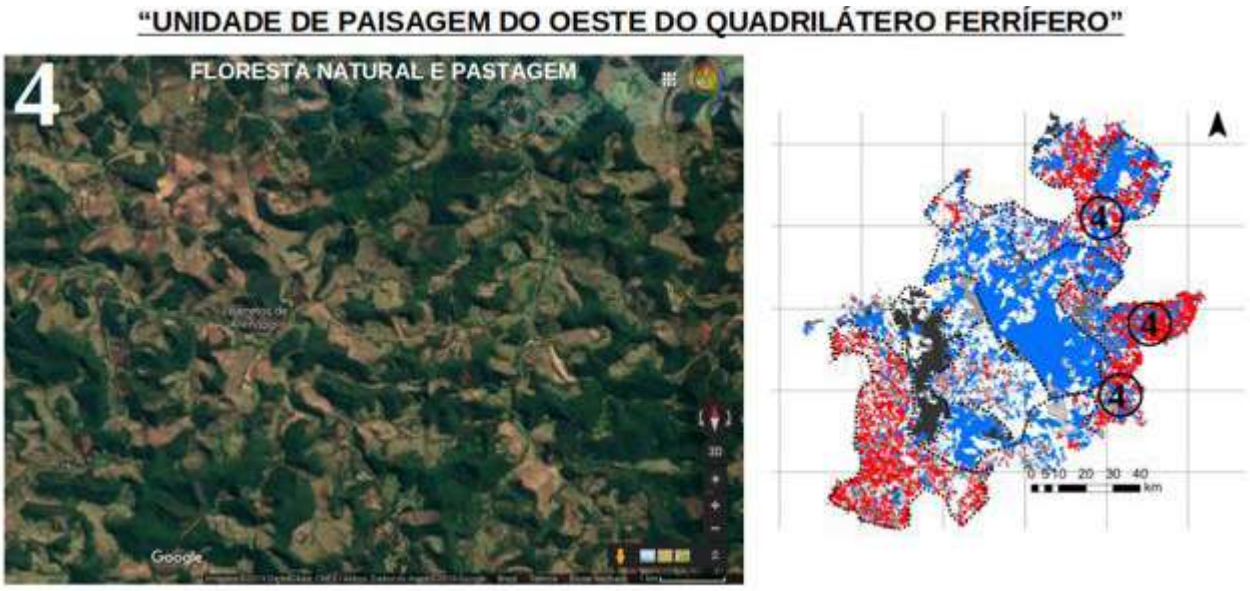


Fig. 14 – Unidade de Paisagem do Oeste do Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020, e apresentação de imagens Google Earth...

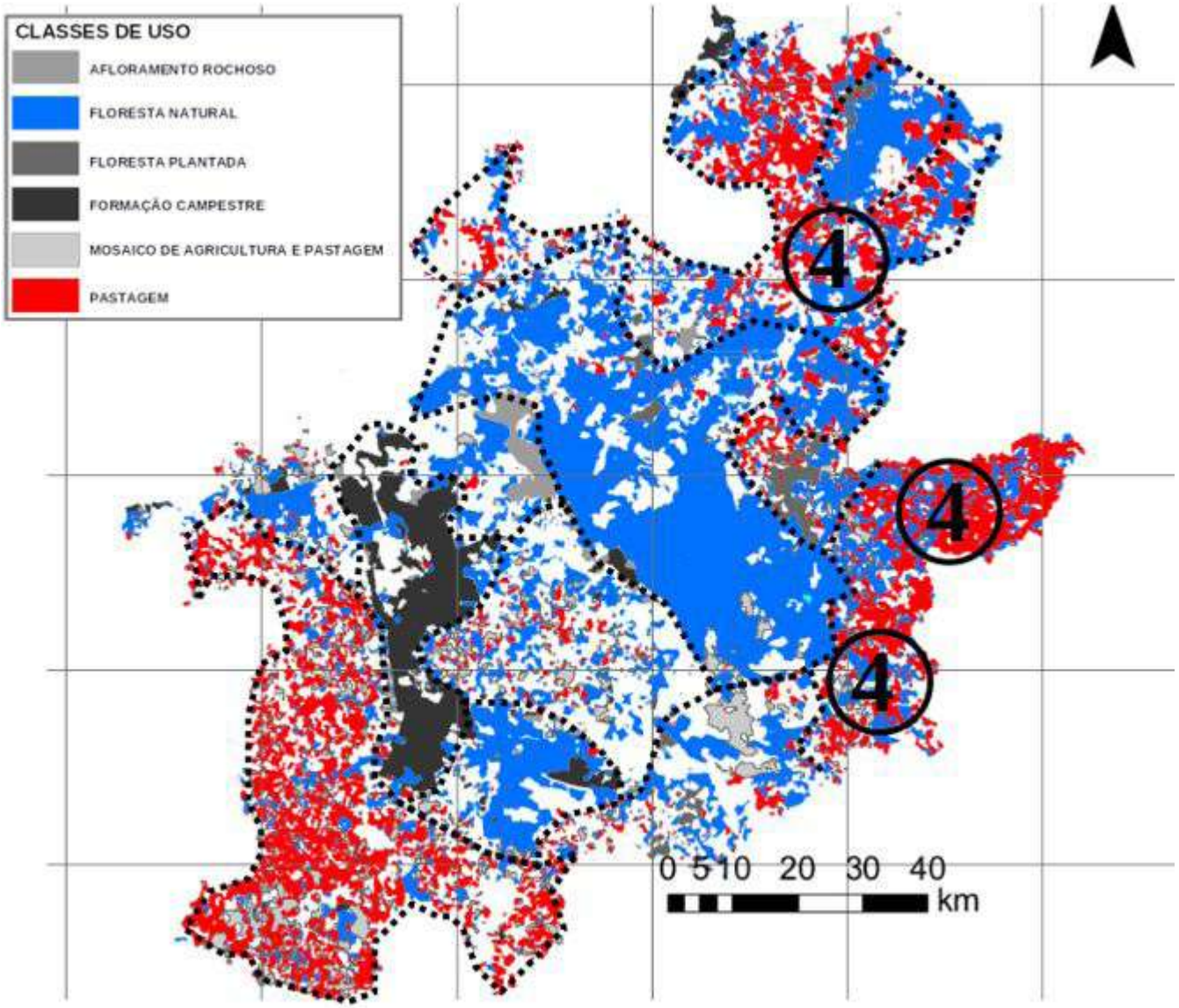


Fig. 15 – Detalhe da Unidade de Paisagem do Oeste do Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

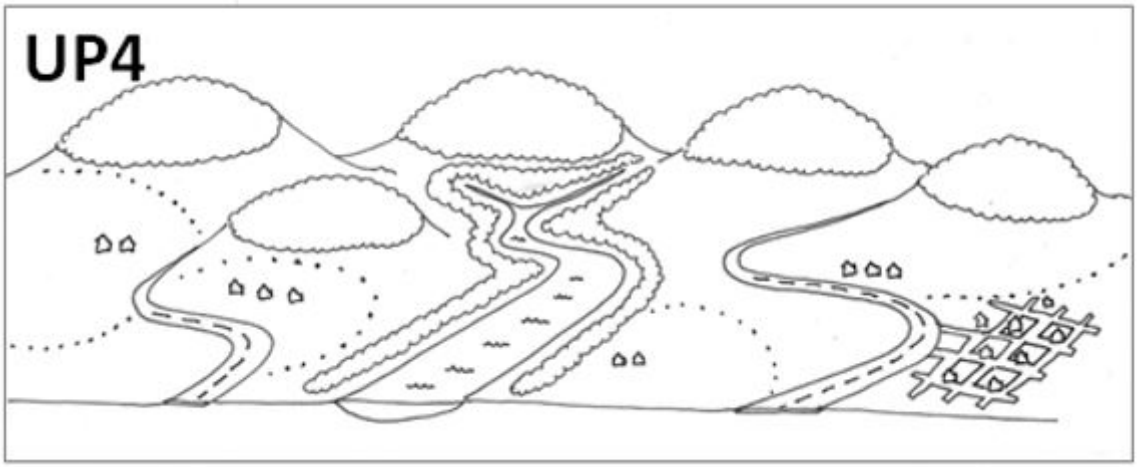


Fig. 16 – Croqui da Unidade de Paisagem do Oeste do Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Elaborado pelos autores.

5 “Unidade de Paisagem Rururbana da Depressão do Bação”

A quinta unidade de paisagem é a “Unidade de Paisagem Rururbana da Depressão do Bação”. Essa unidade de paisagem está localizada entre as cidades de Itabirito e Ouro Preto, incorporando boa parte de seus espaços periurbanos. Nela encontra-se uma paisagem caracterizada por um mosaico de pequenas propriedades rurais, mas o que predomina é a presença antrópica concentrada em numerosos condomínios, loteamentos, povoados e núcleos urbanos. No conjunto se destacam, em termos de tamanho e importância, os distritos de Cachoeira do Campo e Amarantina, pertencentes ao município de Ouro Preto e os distritos de Acuruí e São Gonçalo do Bação, pertencente a Itabirito. A urbanização difusa nessa paisagem é sustentada por uma rede viária capilar, além do fato da região ser cortada pela rodovia federal BR 356, no sentido leste-oeste e pela rodovia estadual MG 030 no sentido norte-sul, ambas de pista simples. (Fig. 17, 18 e 19).

A estrutura fundiária rural é composta por pequenas propriedades, mas a presença urbana, como já foi dito, é muito significativa.

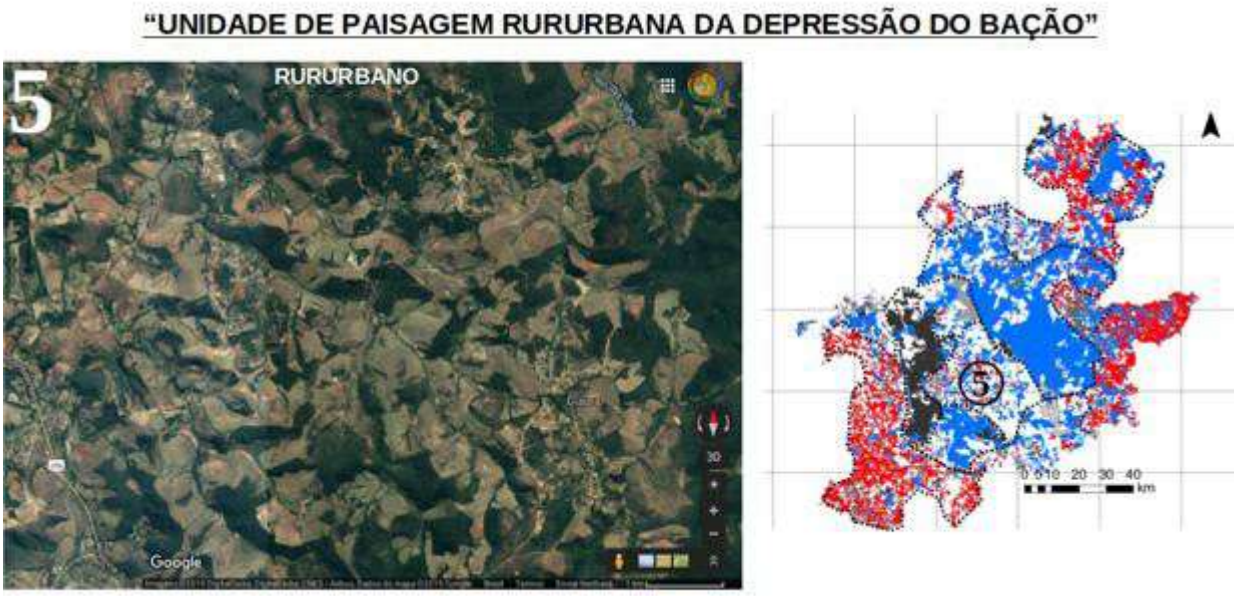


Fig. 17 – Unidade de Paisagem Rurubana da Depressão do Bação. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020, e apresentação de imagens Google Earth...

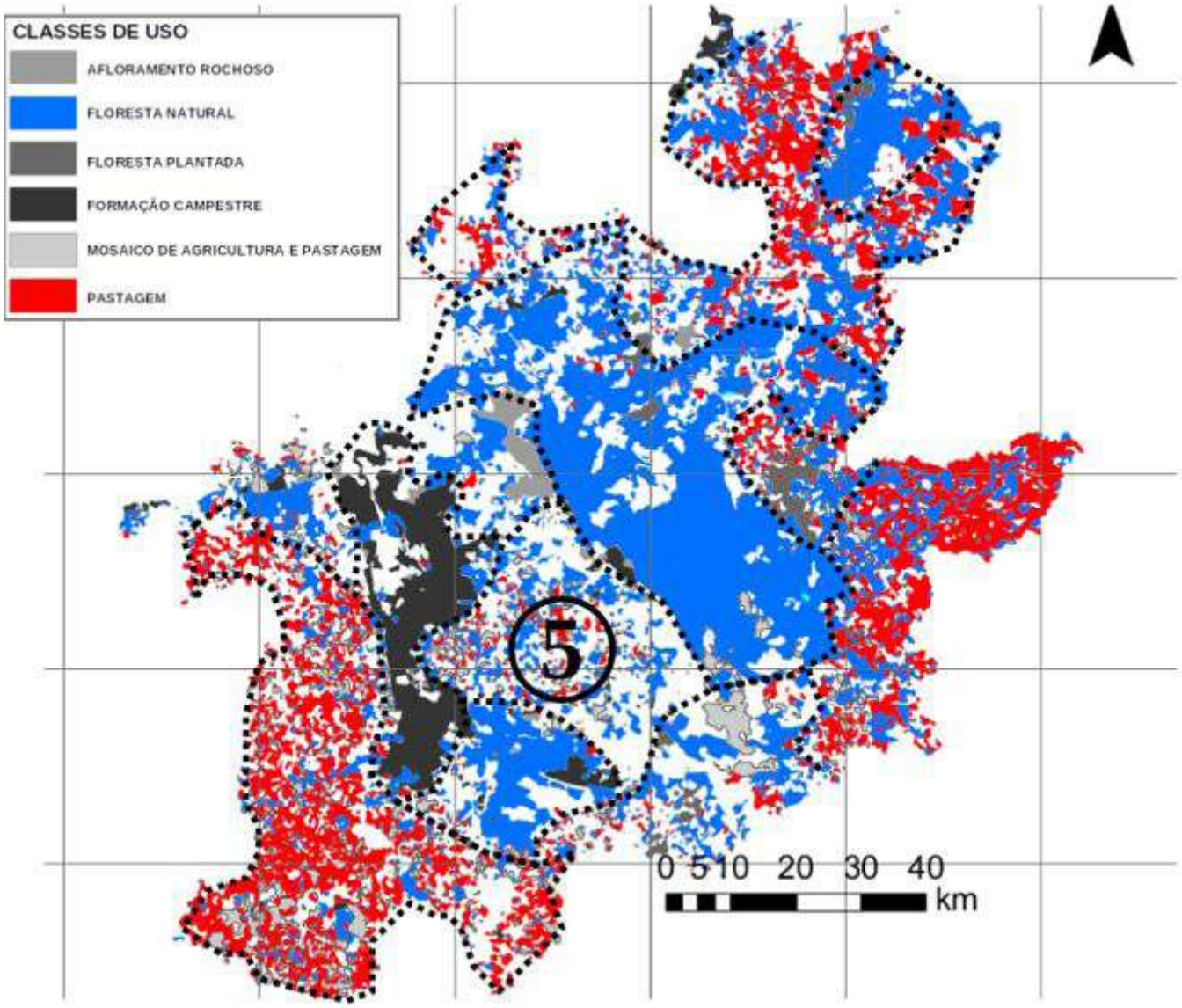


Fig. 18 – Detalhe da Unidade de Paisagem Rurubana da Depressão do Bação. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

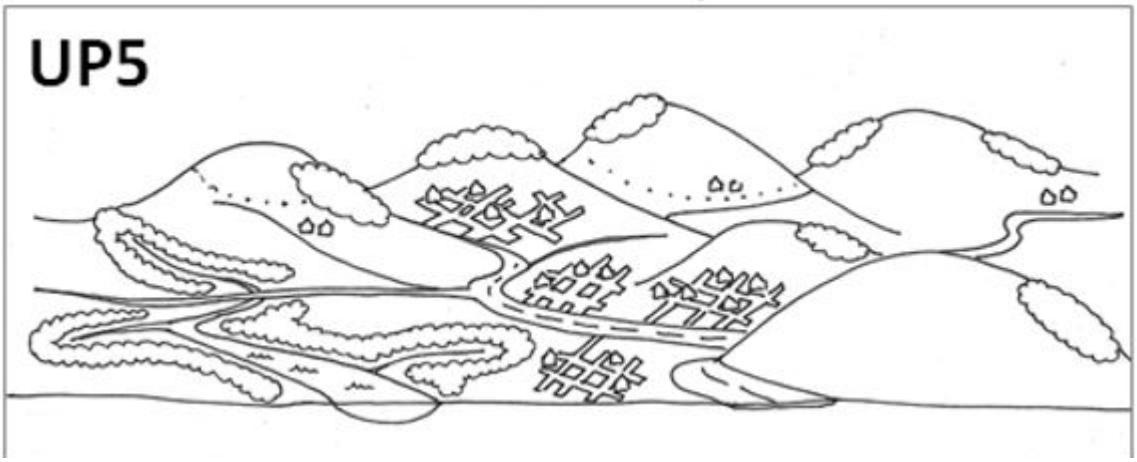


Fig. 19 – Croqui da Unidade de Paisagem Rurubana da Depressão do Bação. Fonte: Elaborado pelos autores.

6 “Unidade de Paisagem de Florestas Plantadas e Pastagem”

A sexta unidade de paisagem é a “Unidade de Paisagem de Florestas Plantadas e Pastagem”. É uma pequena unidade de paisagem caracterizada pela presença de morros nos quais dois aspectos predominantes justificam seu nome: o primeiro é a floresta plantada, composta de eucaliptos que servem, principalmente, para a produção de celulose, e o segundo é a presença de fazendas que se destacam pelas suas áreas de pastagem. Há a presença de áreas de preservação permanente, em geral matas ciliares que se articulam com as áreas de cultivo dos eucaliptos, gerando uma mata densa. As áreas de cultivo são cortadas por estradas de terra que permitem o corte das árvores e a retirada dos troncos. A presença urbana é limitada a poucos povoados. (Fig. 20, 21 e 22).

A estrutura fundiária é composta por propriedades de tamanho médio a grande.

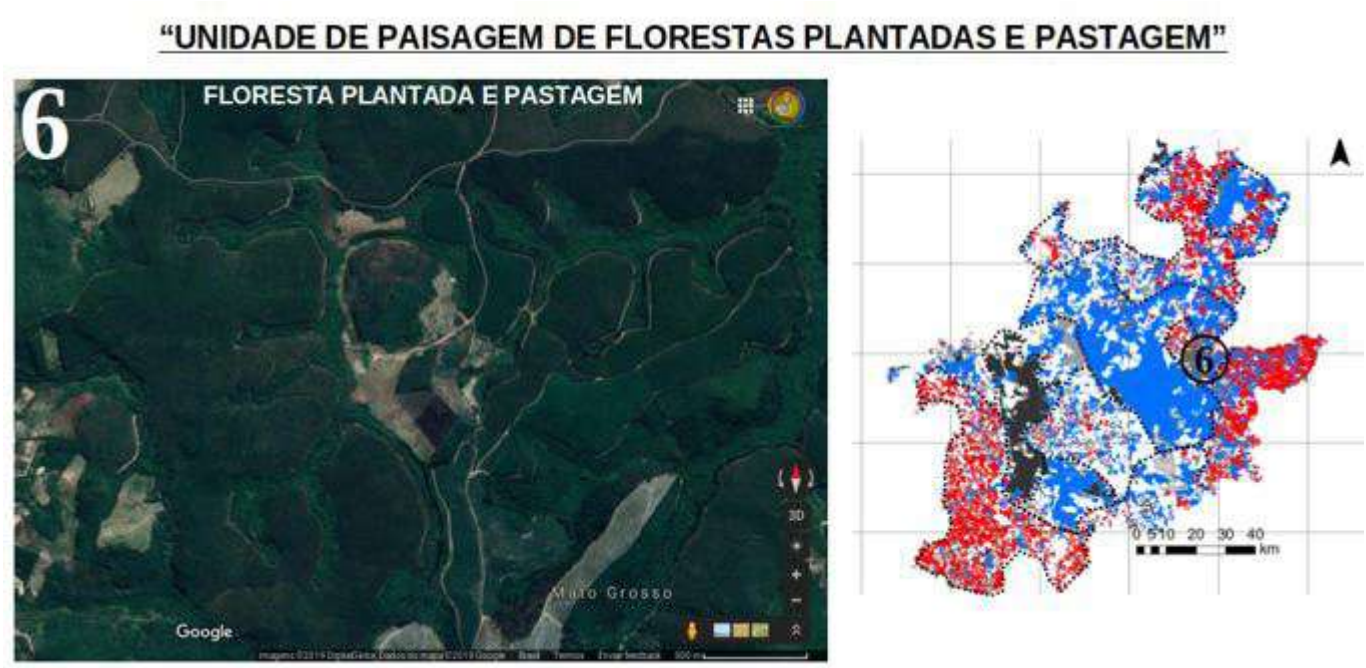


Fig. 20 – Unidade de Paisagem de Florestas Plantadas e Pastagem. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020, e apresentação de imagens Google Earth...

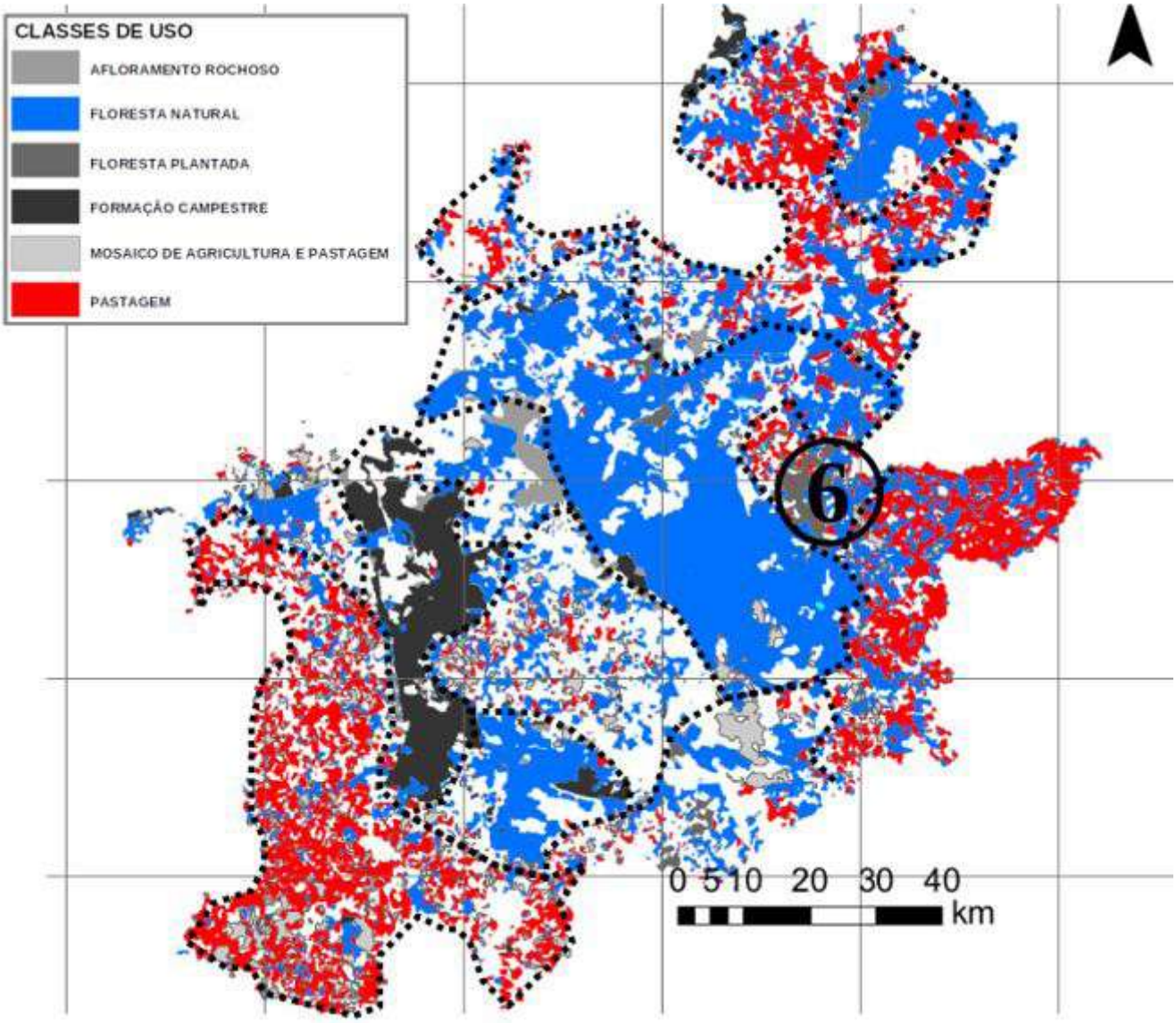


Fig. 21 – Detalhe da Unidade de Paisagem de Florestas Plantadas e Pastagem. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

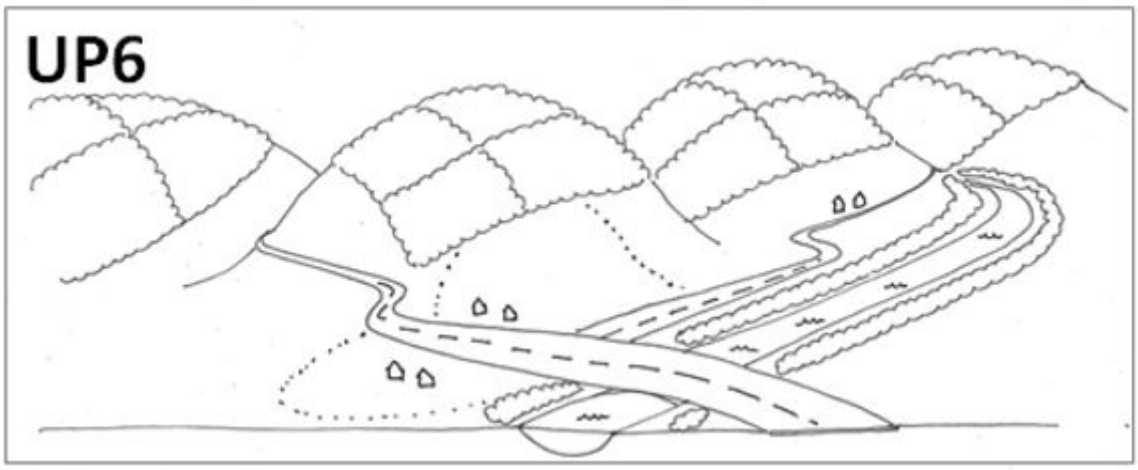


Fig. 22 – Croqui da Unidade de Paisagem de Florestas Plantadas e Pastagem. Fonte: Elaborado pelos autores.

7 “Unidade de Paisagem com Afloramento Rochoso”

A sétima unidade é a “Unidade de paisagem com Afloramento Rochoso”. Trata-se de uma pequena unidade de paisagem localizada entre o município de Nova Lima e o município de Rio Acima. Essa unidade está localizada na serra do Gandarela e se caracteriza por ser localizada na parte mais elevada da serra, onde há afloramentos rochosos com a presença de escassa vegetação, limitada às linhas de drenagem e às margens dos aquíferos presentes. A presença antrópica é quase ausente e o acesso a essa unidade ocorre principalmente por estradas de terra. (Fig. 23, 24 e 25).

A quase totalidade dessa unidade de paisagem faz parte da unidade de conservação do Parque Nacional da Serra do Gandarela.

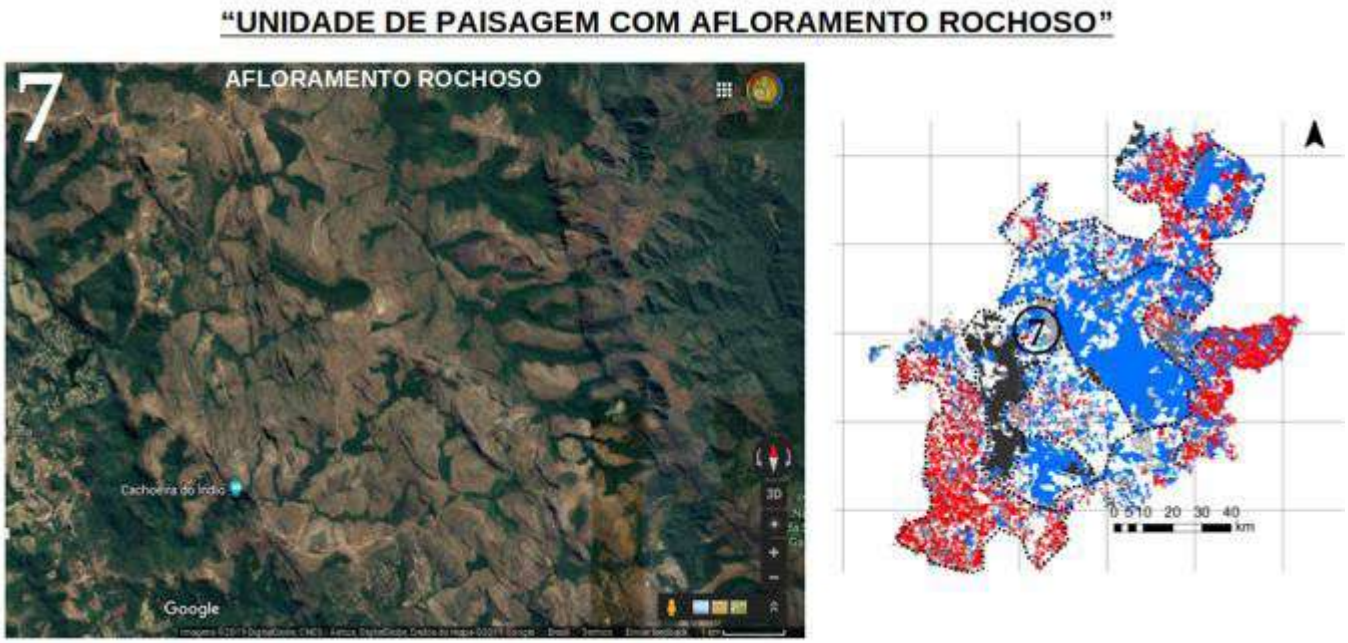


Fig. 23 – Unidade de Paisagem com Afloramento Rochoso. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020, e apresentação de imagens Google Earth...

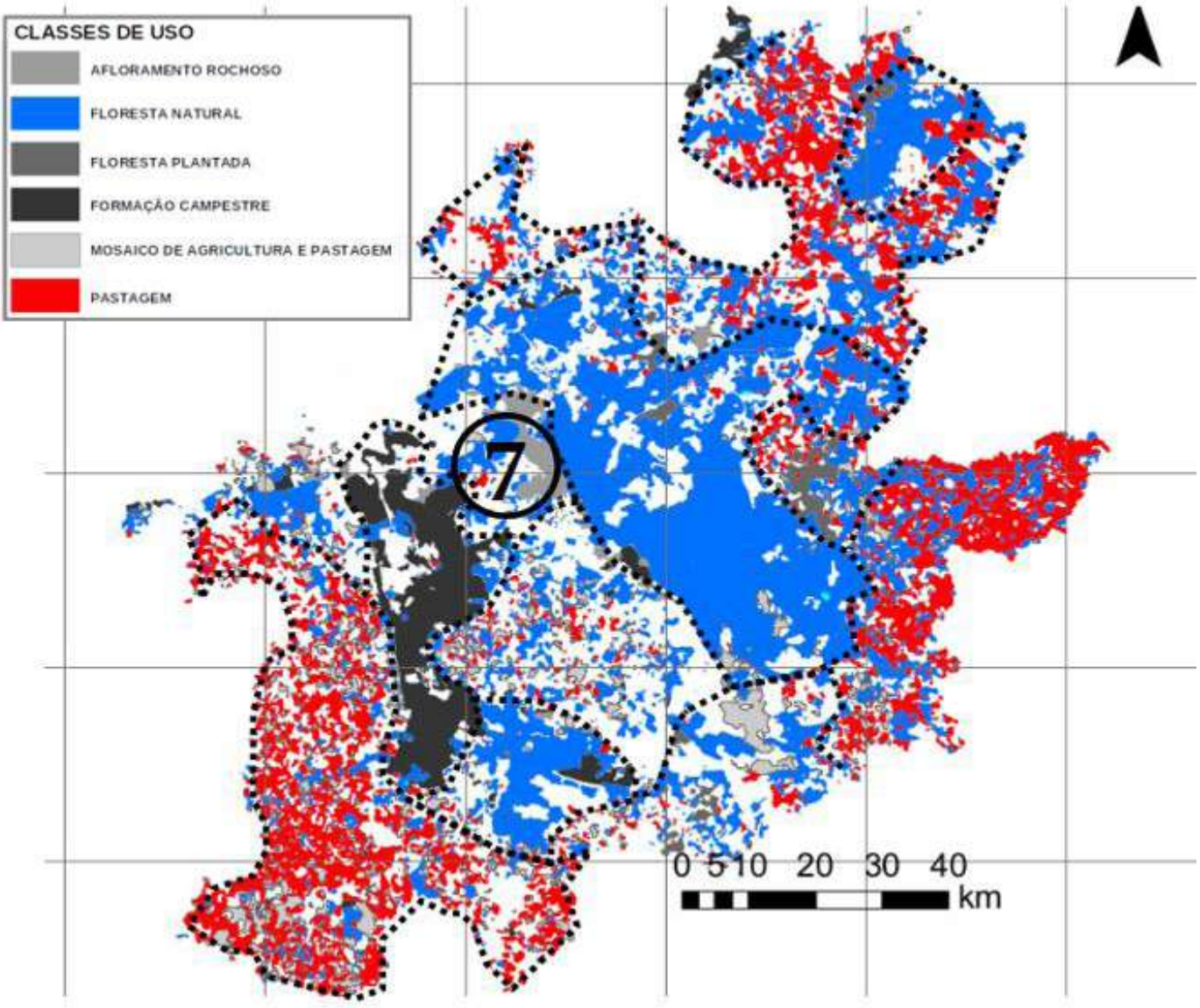


Fig. 24 – Detalhe da Unidade de Paisagem com Afloramento Rochoso. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

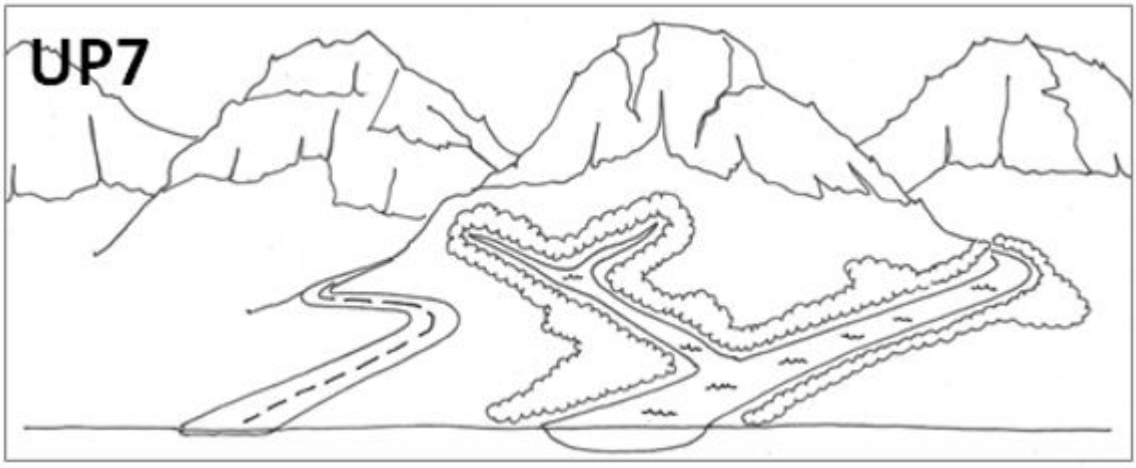


Fig. 25 – Croqui da Unidade de Paisagem com Afloramento Rochoso. Fonte: Elaborado pelos autores.

8 “Unidade de Paisagem do Entorno de Mariana”

A oitava unidade de paisagem é a “Unidade de Paisagem do Entorno de Mariana”. Ela é uma paisagem caracterizada, do ponto de vista geomorfológico, pela presença de colinas com floresta natural associada a um mosaico de agricultura e pastagem. Esta unidade de paisagem corresponde, de fato, à zona periurbana de Mariana que é cortada pela BR 356 ao longo da qual, após o centro de Mariana, aparecem, nas suas duas margens, vários povoados e distritos. A presença antrópica é significativa nessa paisagem, com um processo de expansão e difusão urbana em curso que, com a implantação de empreendimentos imobiliários como novos loteamentos e condomínios, diminui, paulatinamente, as atividades rurais. (Fig. 26, 27 e 28).

A estrutura fundiária rural é composta por propriedades de vários tamanhos, predominando aquelas de médio a pequeno porte.

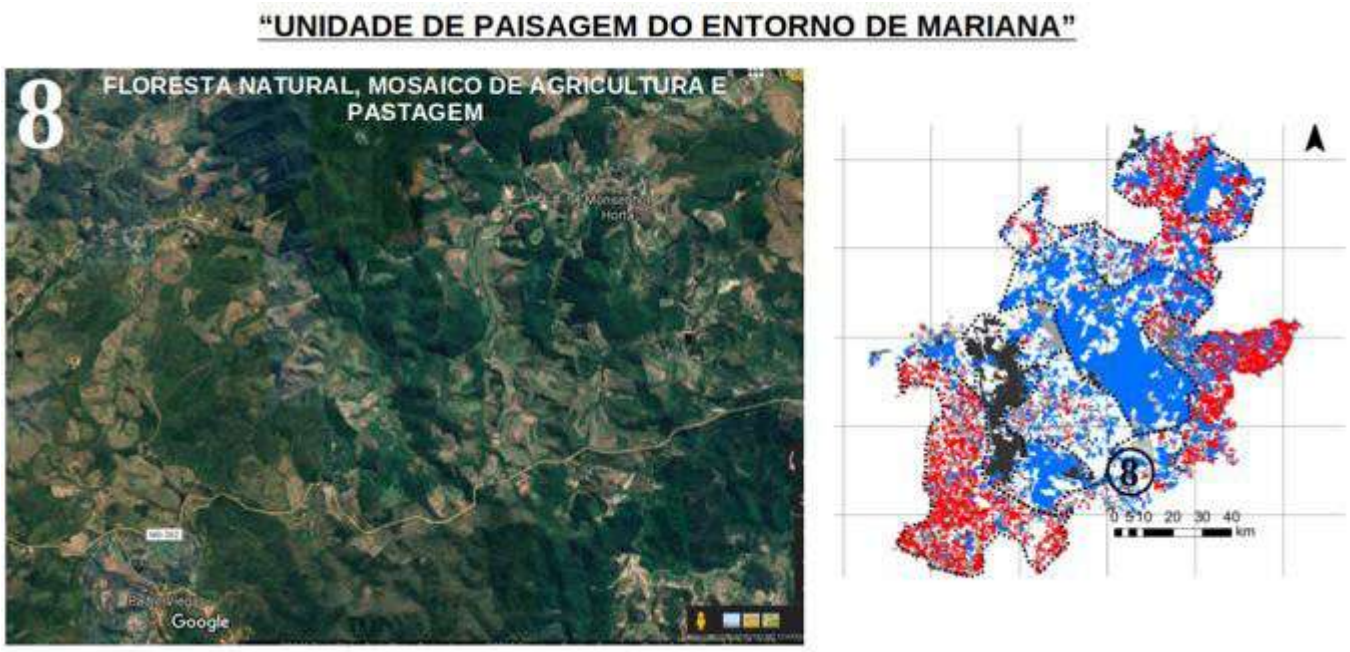


Fig. 26 – Unidade de Paisagem do Entorno de Mariana. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020, e apresentação de imagens Google Earth...

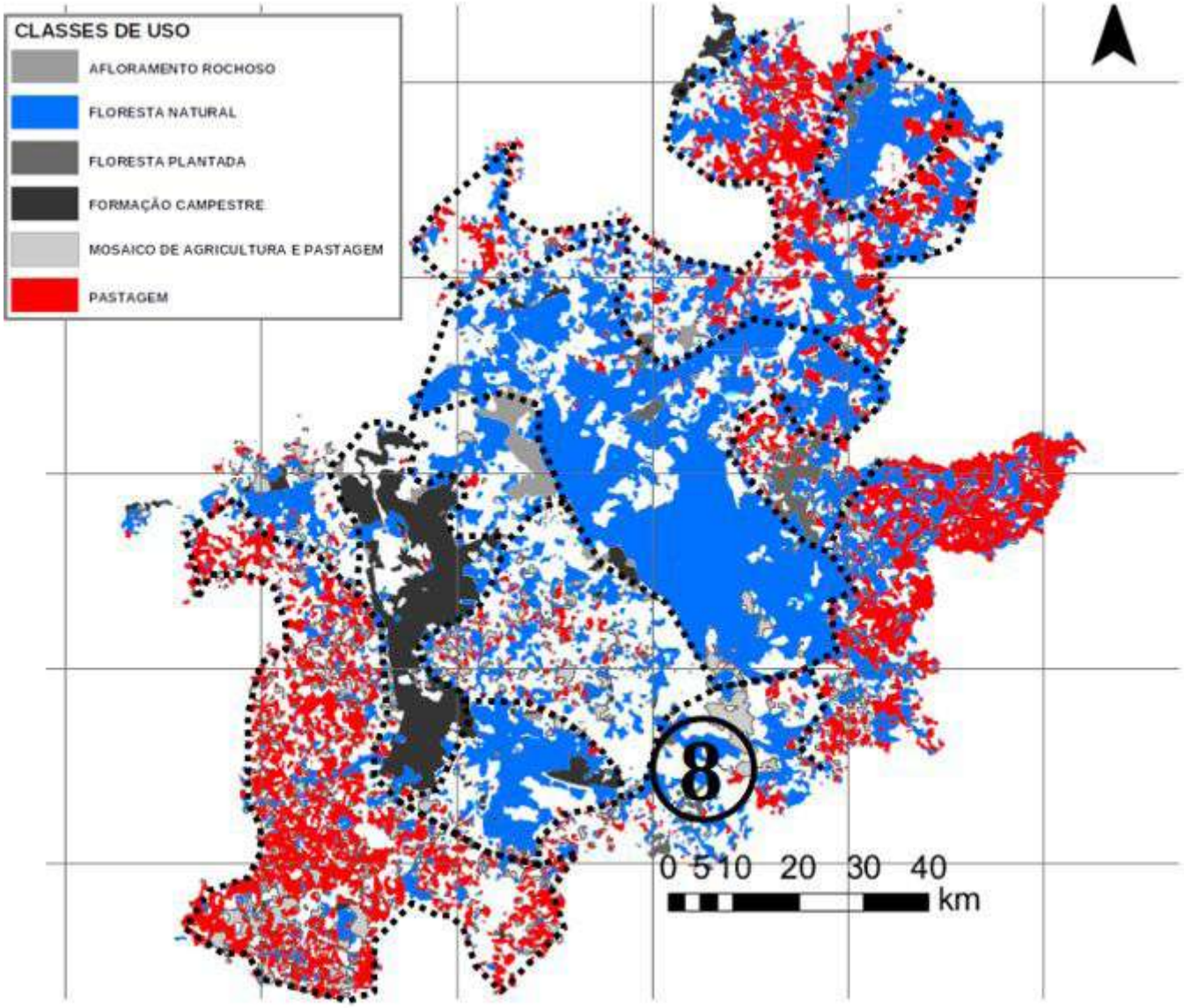


Fig. 27 – Detalhe da Unidade de Paisagem do Entorno de Mariana. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do Mapbiomas e do CAR, 2020.

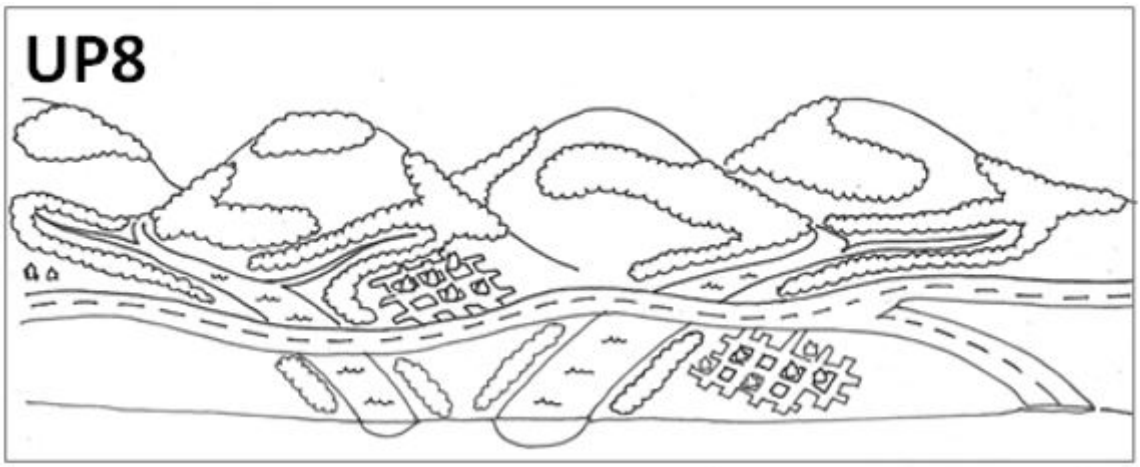


Fig. 28 – Croqui da Unidade de Paisagem do Entorno de Mariana. Fonte: Elaborado pelos autores.

Discussões e Conclusões

Entender hoje a paisagem como elemento determinante da vida do homem é fundamental para a elaboração de novos instrumentos de planejamento que sejam o resultado do entendimento profundo da especificidade da paisagem local. Os planos da paisagem devem orientar propostas e projetos para que se tornem elementos conscientes e intencionais de construção da paisagem, contextualizando o projeto de paisagem e os projetos de intervenção e transformação do território e do meio ambiente. Isso se torna possível desde que se incorpore a noção de que a proteção ambiental e as necessidades essenciais do planejamento urbano e do território devem ser satisfeitas com respeito à paisagem. Só assim será possível proteger a paisagem e ao mesmo tempo proteger os valores culturais que ela expressa, pois não se pode esquecer que a paisagem tem especificidade própria, porque a cultura expressiva da identidade nacional, que é seu valor intrínseco, é excepcional.

O meio ambiente e o planejamento urbano e territorial, por outro lado, protegem diferentes valores que se agregam à paisagem, sem nunca se confundirem com ela. Se prevalecesse o planejamento urbano e territorial ou o meio ambiente, correr-se-ia o risco de apagar a paisagem e, com ela, a cultura e a identidade coletiva a ela associada.

Entende-se, portanto, como afirma Dematteis (1998), como o planejamento da paisagem deve:

- Atingir, vincular e condicionar o planejamento municipal e influenciar sua qualidade paisagístico-ambiental;
- Levar em conta toda a longa cadeia formada por quem opera ou atua na área, abordando e olhando tanto para quem constrói quanto para quem destrói a paisagem;
- Visar a todos os operadores e sujeitos que operam na área e transmitir-lhes de forma clara e metódica aquele “germe” ou aquele “extra” que são os critérios e regras para o reconhecimento e construção da paisagem;
- Confiar a transmissão dos seus critérios e escolhas aos operadores e destinatários do plano não só através da utilização de instrumentos regulamentares e de implementação, mas sobretudo através de uma operação de formação, divulgação e valorização de uma cultura da paisagem.

Entende-se como o caminho seja ainda longo e cheio de obstáculos, especialmente na realidade brasileira onde os primeiros passos estão sendo cumpridos, ainda em âmbito universitário, na direção da compreensão a da aplicação de uma metodologia analítico propositiva trazida pela experiência italiana.

Referências Bibliográficas

BELTRAME, Gianni. Evoluzione del concetto di paesaggio e dei contenuti della pianificazione paesistica, 2009. Disponível em: https://www.italianostraeducazione.org/wp-content/uploads/2019/01/003_Beltrame_Evoluzione-del-concetto-di-paesaggio.pdf acessado em 09 de agosto de 2022.

CONVENÇÃO EUROPEIA DA PAISAGEM. Council of Europe Landscape Convention (ETS No. 176), opened for signature at Florence on 20 October 2000.

CROCE, Benedetto. Estetica come scienza dell'espressione e linguistica generale, Adelphi, Milano, 1990.

DEMATTEIS, Giuseppe. "Il senso comune del paesaggio come risorsa progettuale" in Atti del Seminario Internazionale, Il senso del paesaggio, Torino, Politecnico di Torino, 1998.

DEVOTO, Giacomo; OLI, Gian Carlo. Dizionario della lingua italiana, Edizione CDE, Milano, 2006.

DONADIEU, Pierre. Scienze del Paesaggio - Tra teorie e pratiche, Collana: Terre e Paesaggi di Confine (2), ETS, 2014.

FUSERO, Paolo. Strumenti per il governo del paesaggio. S. a. Disponível em: https://www.paolofusero.it/wp-content/uploads/2017/01/lezione-ecoscape.pdf acessado em 09 de agosto de 2022

GAETA, Luca; JANIN RIVOLIN Umberto, MAZZA, Luigi. Governo del territorio e pianificazione territoriale, Cittá Studi, Torino, 2013.

MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA, Editora Melhoramentos, 2016.

MONTI, Carlo. Gli antefatti. In.: Monti Carlo, Pratelli Alberto; Riguzzi Gabriele, Secondini Piero. Analisi e pianificazione del territorio rurale, Editrice CLUEB, Bologna, 1985.

NOVA CARTA DE GUBBIO de 1990. Disponível em: https://conservacion.inah.gob.mx/normativa/wp-content/uploads/Documento159.pdf acessado em 09 de agosto de 2022

PAPERBACK OXFORD ENGLISH DICTIONARY, Oxford University Press, USA, 7th UK ed., 2013

REGNO D'ITALIA. Legge n. 788, 11 giugno 1922

REGNO D'ITALIA. Disegno di Legge del 15 giugno 1939

REGNO D'ITALIA. Legge n. 1497, 29 giugno 1939

REGNO D'ITALIA. Legge n. 1150, 2 luglio 1942, Legge Urbanistica Nazionale.

REPUBBLICA ITALIANA. Costituzione Italiana, 30 ottobre 1946

REPUBBLICA ITALIANA. Legge n. 765, 6 agosto 1967

REPUBBLICA ITALIANA. Decreto della Presidenza della Repubblica n. 8, 15 gennaio 1972

REPUBBLICA ITALIANA. Decreto del 21 settembre 1984 del Ministro dei Beni Culturali e Ambientali

REPUBBLICA ITALIANA. Legge n.431, 8 agosto 1985

REPUBBLICA ITALIANA. Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42. "Codice dei beni culturali e del paesaggio"

SILVA, Fabiano R. A paisagem do Quadrilátero Ferrífero, MG: potencial para o uso turístico da sua geologia e geomorfologia. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia da UFMG, Belo Horizonte 2007. Orientadora Prof. Vilma Lúcia Macagnam Carvalho, Co-orientadora Prof. Cristiane Valéria de Oliveira.

CAPÍTULO 7
UNIDADES DE PAISAGEM DE SERVIÇOS GEOSSISTÊMICOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Ítalo Sousa de Sena

Danilo Marques de Magalhães

Resumo

A geodiversidade é parte fundamental da constituição de uma determinada paisagem. Os elementos e processos associados à geodiversidade formaram as bases para o estabelecimento de sociedades ao longo do desenvolvimento da civilização humana. Na história da ocupação do Quadrilátero Ferrífero a geodiversidade teve papel central na constituição de uma paisagem cultural associada ao histórico uso dos serviços geossistêmicos daquele recorte. No entanto, a disponibilidade e uso dos serviços geossistêmicos varia no território, constituindo unidades homogêneas com identidades associadas aos elementos que a constituem e suas formas de utilização. Neste capítulo é apresentada a identificação dos serviços geossistêmicos e seus usos para o Quadrilátero Ferrífero. Para a definição das unidades de paisagem geossistêmicas foi usada como referência a abordagem italiana, uma vez que o país é referência na construção de normativas de gestão da paisagem, considerando fatores invariantes e as naturais transformações, aliando preservação e necessidades sociais e econômicas. Foram identificados cinco grupos de unidades de paisagem do ponto de vista geossistêmico, totalizando 16 subunidades.

Introdução

Analisar a paisagem a partir dos seus elementos tangíveis favorece a compreensão das interações entre as partes que a compõem, concebendo a paisagem como uma integração das camadas física, biológica e cultural (GRAY, 2013). Esta concepção possibilita a análise de síntese, na qual a paisagem é discretizada em recortes específicos de investigação, aplicando e avaliando métodos de associação destes recortes, alcançando a percepção contextualizada dos fenômenos (MCHARG, 1969). Essa lógica é base para a elaboração de modelos da paisagem, em observações quanto à decomposição da paisagem (para definir variáveis principais), para estabelecer interrelações (aplicar métodos de combinação dos componentes principais), decompor novamente (avaliando e interpretando os resultados do modelo) e, por fim, recompor para propor futuros alternativos (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Historicamente, diversos modelos de análise da paisagem foram desenvolvidos e empregados para fins de diagnóstico e de planejamento territorial. Considera-se, contudo, como uma referência a experiência italiana de planejamento territorial e regional no processo de delimitação de unidades de paisagem e de proposição de cenários futuros, com base nas características observadas. A es-

colha se justifica em virtude do longo tempo de aplicação de normativas naquele país e na observada ação bem-sucedida de gestão de valores culturais, ambientais e econômicos relacionados à paisagem. Além disso, conceitos de Geossistemas e de Serviços Geossistêmicos podem ser, também, utilizados como referência para o processo de delimitação de unidades de paisagem com base nas suas características ambientais, seus usos antrópicos atuais, seu histórico de ocupação e seus potenciais de transformação futura.

O presente texto aborda o processo de definição de unidades de paisagem do Quadrilátero Ferrífero sob a ótica de identificação dos Geossistemas e da associação aos Serviços Geossistêmicos. Pensar os serviços geossistêmicos de uma paisagem nos leva a considerar não somente a sua geodiversidade em si, mas todo o contexto ambiental, histórico, econômico e cultural atrelado às formações geológicas e geomorfológicas que delineiam essa paisagem e que atuam como agentes de regulação, de suporte, de provisão e de promoção de conhecimento e cultura. Nesse sentido, a geodiversidade, vista sob a ótica geossistêmica, apresenta valores associados aos serviços ecossistêmicos prestados e sua relação com o funcionamento da sociedade.

Vale destacar que o Quadrilátero Ferrífero é uma paisagem bastante peculiar, em que o arcabouço geológico condicionou uma série de processos históricos, culturais, ambientais, sociais e econômicos. Assim, não se espera esgotar as possibilidades de análises geossistêmicas e da geodiversidade dessa região, mas sim apresentar o arcabouço teórico e metodológico utilizado para a delimitação de unidades de paisagem geossistêmicas que foram utilizadas como uma das bases para a elaboração da subdivisão final de Unidades de Paisagem e dos Âmbitos Paisagísticos do Quadrilátero Ferrífero.

Paisagem como categoria de análise

Pode-se dizer que a concepção de paisagem como categoria de análise das ciências geográficas nasce no final do século XVIII a partir das análises de cunho naturalista de Alexander von Humboldt. Humboldt fez observações sobre a vegetação, o clima e a morfologia de terreno buscando entender a influência desses elementos sobre os seres, bem como para descrever o aspecto geral da paisagem. Para Humboldt a espacialidade é fundamental para a explicação dos fenômenos da natureza e a paisagem é considerada como o todo, uma unidade viva e organizada formada a partir de conexões entre os elementos que a constituem e sua compreensão poderia ser dada a partir de observações empíricas e pela contemplação (SALGUEIRO, 2001; SCHIER, 2003; MAXIMIANO, 2004; VITTE, 2007; VITTE e SILVEIRA, 2010).

Com uma perspectiva um pouco diversa, a escola francesa desenvolveu o conceito de paisagem como um resultado da interação entre culturas e sociedades

em um espaço natural. Bertrand (2004)* defende que a paisagem não corresponde a uma mera junção de elementos geográficos, mas sim a uma combinação dinâmica dos elementos físicos, bióticos e antrópicos, ou seja, a paisagem não seria apenas os aspectos naturais, mas inclui também as implicações das intervenções humanas. A paisagem é, nesse sentido, um "conjunto único e indissociável, em perpétua evolução" (op. cit., p.1.). Sob essa ótica, o homem passa a ser considerado como parte integrante da paisagem em função da sua constante intervenção, que a modifica e a humaniza (LA BLACHE, 2008)*.

A ideia de paisagem cultural surge como algo para além dos constituintes materiais (cultura como marcas do ser humano no espaço), e se desenvolve para uma abordagem a partir do simbólico, artístico ou moral (cultura como expressão da mente humana, de um pequeno grupo ou de um único indivíduo). Considerando as relações de poder existentes na sociedade, a percepção da paisagem como cultura fica sujeita às escolhas dos grupos dominantes, que associam seus valores do que é bom, do que é esteticamente palatável, implicando uma estratégia implícita de valorização de parcelas específicas da paisagem, decidindo o que revelar e o que esconder (NAME, 2011). Assim, a paisagem natural se refere aos elementos do meio físico, bióticos e abióticos, enquanto a paisagem cultural é humanizada, contemplando as transformações impostas pelo homem ao longo do tempo e vinculada ao espaço, seja urbano ou rural. Ela, portanto, está em constante desenvolvimento ou substituição (SAUER, 1998). Claval (1999) ressalta que não se trata simplesmente da interação homem-natureza na paisagem, mas sobretudo o modo intelectual como diferentes grupos culturais constroem seus marcos e significados nela a partir de suas percepções e interpretações, ou seja, como são materializadas as ideias dentro de determinados sistemas de significação.

Para Bertrand (2004), estudar a paisagem é "antes de tudo um problema de método" e, a partir de então, ele apresenta sua proposta de análise da paisagem por meio de sínteses que são geradas para diferentes escalas e que dão origem à ideia de classificação de paisagens por unidades homogêneas. A importância da noção de escalas temporal e espacial fica evidente no desenvolvimento das metodologias de análise da paisagem para fins de gestão territorial. Nesse contexto, em 1963 a escola russa apresenta o conceito de Geossistema que consiste, basicamente, no estudo, compreensão e hierarquização de classes do meio natural, podendo contemplar escalas de grandeza do nível planetário ao local. Essa identificação parte dos princípios de homogeneidade e diferenciação e permite a identificação de interações dos níveis internos de uma paisagem, sua funcionalidade, seu estado e suas relações com o meio (SOTCHAVA, 1978; MAXIMIANO, 2004).

* Tradução de Olga Cruz do trabalho publicado, originalmente, na "Revue Geógraphique des Pyrénées et du Sud-Ouest", Toulouse, v. 39 n. 3, p. 249-272, 1968, sob título: Paysage et geographie physique globale. Esquisse méthodologique. Publicado no Brasil no Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13, 1972.

**Tradução de Guilherme da Silva Ribeiro publicada na revista Mercator, a partir do trabalho de La Blache originalmente publicado no 9º Congresso Internacional de Geografia, Genebra, 1908.

Nesse mesmo contexto, Tricart (1977) avança no processo de análise integrada da paisagem ao propor uma classificação ecodinâmica dos meios ambientes e defendia que a compreensão dos sistemas era, à época, o melhor instrumento lógico para tratar dos problemas do ambiente.

De modo geral, pode-se dizer que o conceito de paisagem, nas ciências geográficas, parte inicialmente de uma demanda de descrição dos ambientes naturais visando sua caracterização e compreensão. Para isso, as representações evoluíram ao longo do tempo, partindo dos croquis à mão até as fotografias aéreas e imagens de satélite. Os estudos da paisagem têm por finalidade a caracterização e compreensão das relações entre os seus componentes bióticos, abióticos e antrópicos e são ponderados pela escala espacial e temporal. Almeja-se como resultado a compreensão das dinâmicas existentes em consideração às transformações impostas pelas condições naturais e pela ação antrópica. Dentre os métodos empregados, destaca-se a classificação e hierarquização de ambientes por meio de suas características homogêneas e heterogêneas, que podem ser usadas como base para planejamento territorial.

Geossistemas

Dentre as abordagens sistêmicas de análise da paisagem na Geografia destaca-se o conceito de geossistema. Nas ciências biológicas o conceito de ecossistema se refere a uma associação de organismos vivos e substâncias abióticas, caracterizando um sistema que ocupa uma área específica da superfície terrestre. Entretanto, os estudos ecossistêmicos se voltam principalmente às relações e processos entre organismos e comunidades, tendo o meio abiótico como suporte destas relações (GRAY, 2018).

O geossistema se apresenta como um sistema policêntrico e poliestrutural, com um forte caráter espacial ou territorial, baseando-se na interconexão de fluxos de matéria e de energia entre os elementos bióticos e abióticos da paisagem. O termo geossistema ganhou destaque com estudos do geógrafo russo Viktor Borisovich Sotchava (1978), que definiu o termo como uma classe particular de sistemas específicos, que apresentam delimitação espacial de todas as dimensões, onde os componentes individuais da paisagem se encontram numa relação sistêmica, mantendo certo nível de integridade, interagindo com a esfera cósmica e antrópica.

Compreendendo o geossistema como conjunto de elementos da paisagem que interagem entre si, Bertrand e Tricart (1968) o classificam como uma porção do espaço caracterizada por determinadas combinações de dinâmicas de elementos geográficos, com diferentes graus de instabilidade, atuando dialeticamente uns sobre os outros, tornando a paisagem um conjunto geográfico indissociável, que evolui a partir dos conjuntos de elementos que se relacionam profundamente. Essa

evolução se dá tanto entre os elementos que constituem a paisagem, quanto sob efeitos da dinâmica própria de cada um dos elementos considerados separadamente, podendo ser resumida como resultado da interação entre o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica.

Bertrand (2004) considera o geossistema como o resultado da combinação do Potencial Ecológico (clima, hidrologia, geomorfologia) com a Exploração Biológica (vegetação, solo, fauna) com a Ação Antrópica. Assim, um geossistema é um complexo essencialmente dinâmico mesmo em um espaço-tempo muito curto. Como exemplo, o autor sugere que o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica geraria um geossistema em estado de clímax, o que é muito raro. E por haver uma dinâmica própria interna, o geossistema não possui necessariamente uma grande homogeneidade fisionômica, sendo formado, majoritariamente, por paisagens diferentes que representam os diversos estágios de evolução do geossistema.

Christofoletti (1999) defende que os geossistemas são objetos de estudo da geografia física, pois representam um arranjo espacial que resulta da interação dos elementos e componentes físicos da natureza, havendo dimensão espacial e operando por meio de fluxos de matéria e energia. Monteiro (2000) acrescenta que a grandeza espacial dos geossistemas resultam da sua dinâmica ao longo do tempo e, à medida em que se intensificam as ações humanas na paisagem, os geossistemas tendem a se tornar mais complexos. Isso explica a proposta de Bertrand para a definição das unidades de paisagem, pois resultam da interação de todos os componentes paisagísticos, não sendo considerados os elementos isoladamente, ou seja, é a dinâmica do conjunto que se busca compreender ao avaliar a fisionomia da paisagem.

A análise geossistêmica busca compreender a estrutura hierárquica da paisagem por meio de um diagnóstico de caráter vertical e horizontal. Por meio de métodos de levantamento, análise e integração de variáveis antrópicas e ambientais, buscando entender potencialidades e vulnerabilidades, se elabora uma análise de síntese de unidades homogêneas que visa representar a qualidade ambiental naquele espaço-tempo analisado (MONTEIRO, 2000).

Geossistemas Ferruginosos

O território brasileiro apresenta uma variedade de geossistemas que, em função das particularidades de cada um, formam paisagens atreladas às relações entre o meio natural e as atividades humanas. Dentre os geossistemas singulares do Brasil, destacam-se os geossistemas ferruginosos.

Os geossistemas ferruginosos são caracterizados por sistemas que se desen-

volvem sob substratos geológicos de matriz litológica ferruginosa, interferindo nos processos ecológicos e nas manifestações e intervenções antrópicas e sendo alterados por decorrência das interferências dessas ações (SOUZA e CARMO, 2015, p. 47). Uma característica dos geossistemas ferruginosos é a idade e diversidade de suas rochas constituintes, tendo sido formados principalmente no Arqueano (2,7 - 2,6 Ga) e Paleoproterozóico (2,5 Ga a 540 Ma), conferindo um acúmulo de dinâmicas e processos que deram origem a paisagens específicas, com alto grau de controle geológico na formação do modelado do relevo.

Dentre as feições litológicas presentes nos geossistemas ferruginosos destacam-se as formações ferríferas bandadas. Estas são rochas sedimentares químicas com altas concentrações de ferro e sílica, tendo o ferro precipitado em condições de atividade microbiana diretamente na água do mar, durante "O Grande Evento de Oxidação" (2,5 ~ 2,1 Ga), guardando marcos importantes da história da evolução da crosta terrestre. Além de suas particularidades genéticas, as formações ferríferas representam a maior fonte de minério de ferro do mundo, apresentando jazidas de grande volume e elevado grau de pureza (ROSIÈRE, 2015, p. 80).

Dada a importância do ferro na revolução tecnológica, as jazidas de minério de ferro são alvo de interesse econômico crescente, principalmente no cenário nacional, servindo de alavanca econômica durante o período pós-Primeira Guerra Mundial. O ferro serviu de matéria prima para produção de artigos bélicos, dando outra dimensão à questão da siderurgia nacional (MACHADO e RUCHKYS, 2015, p. 102). Entretanto, o valor econômico do ferro talvez resulte em conflitos de cunho ambiental, tendo em vista que os geossistemas ferruginosos apresentam outros valores associados, tais como o sistema de recarga de aquíferos e ecossistemas endêmicos como os campos rupestres associados às couraças de canga (JACOBI e CARMO, 2012). Neste sentido, as paisagens desenvolvidas em regiões de formações ferríferas são palco de conflitos territoriais de impacto relevante, em especial a região do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais.

O Quadrilátero Ferrífero (QF), localizado na porção centro-sudeste do Estado de Minas Gerais, ocupa uma área aproximada de 7.000 km^2 (Fig. 01), possui relevância paisagística distinta, tanto pelas peculiaridades geológicas e geomorfológicas da região quanto da exploração histórica da geodiversidade. Este potencial foi estudado e avaliado por Ruchkys (2007), no qual mostrou a importância do patrimônio geológico e mineiro desta região e seu potencial para a criação de um Geoparque no modelo preconizado pela UNESCO. A região é um dos mais importantes polos de exploração de minério de ferro do mundo, abastecendo países como China e EUA, alcançando relevância global ao ponto de o minério de ferro existente no local dar nome ao mineral no mundo (itabirito - itabirite).

Por se tratar de uma região com alto potencial de exploração mineral, a mes-

ma sofre com duros conflitos territoriais e impactos ambientais de alta relevância, tais como os rompimentos de barragens de rejeitos de alteamento a montante em Mariana (2015) e Brumadinho (2019), que comprometeram importantes bacias hidrográficas e causaram perdas de vidas humanas, trazendo para o debate a geoética, contribuindo para novas perspectivas sobre a responsabilidade no uso e função social dos recursos naturais (RUCHKYS, CASTRO e MIRANDA, 2019).

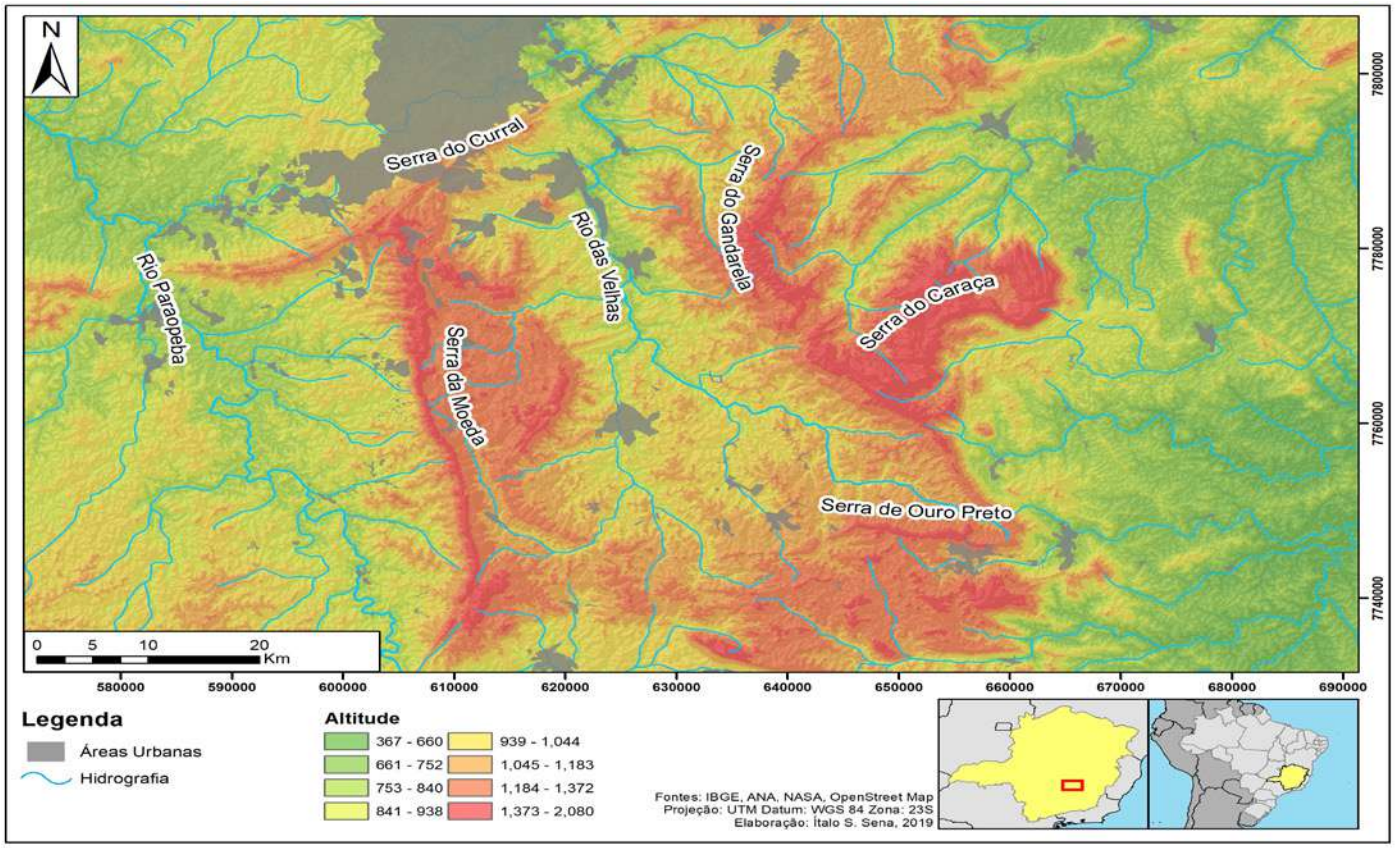


Fig. 01: Mapa de localização do Quadrilátero Ferrífero e seus principais marcos geográficos. Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao mesmo tempo em que há interesse na exploração mineral, a região é uma área muito rica em recursos ambientais e culturais, dotada de expressiva cobertura vegetal e nascente dos mais importantes cursos d'água da região. Detém paisagem notável, muito propícia para o desenvolvimento de turismo ambiental, no entanto a economia turística ainda atua de forma incipiente para expansão do mercado na região e motivar os usuários a se interessarem por este potencial, passando a valorizar a paisagem existente (RUCHKYS et al., 2018).

O alto potencial de exploração já é notado na região desde o século XVIII, momento em que o Estado de Minas Gerais foi local da corrida do ouro no Brasil, o que contribuiu para a construção de uma economia pautada na exploração mineral, além da construção de uma identidade cultural que perdura desde os tempos do Brasil Colônia. O período do Ciclo do Ouro em Minas Gerais também deixou vestígios históricos de representatividade mundial, tal como o conjunto arquitetônico de Ouro Preto, o qual é patrimônio mundial pela UNESCO desde 1980 (COSTA, CASTRIOTA e SALGADO, 2011).

No Quadrilátero Ferrífero há uma variedade extensa de geossítios distribuídos ao longo de todo o território, associados a valores diversos, tais como à história da mineração, valores ecológicos (campo rupestre em capa de canga, ocorrência de espécies relacionadas às cavernas em minério de ferro), paleontológicos (fósseis e paleotocas relacionadas à megafauna pleistocênica), paisagísticos (geoformas associadas a rochas ferríferas bandadas) (AZEVEDO et al., 2011). A conformação geomorfológica do Quadrilátero Ferrífero, associada a seu rico patrimônio geológico e histórico, tornam essa região um verdadeiro museu a céu aberto, apresentando impressões geoculturais que carregam a relação do homem com o substrato geológico desde períodos pretéritos à atualidade, apresentando importantes sítios pré-históricos com pinturas rupestres.

Contudo, os vários conflitos de interesse de cunho ambiental e paisagístico, bem como certo distanciamento por parte da população em geral interessada nos espaços públicos, fazem com que o desenvolvimento de atividades de visitação turística e conservação dos elementos da geodiversidade sejam comprometidos pela desinformação quanto aos valores patrimoniais da geologia e história da região. Por se tratar de uma área de importância geológica, o Quadrilátero Ferrífero já é alvo de proposta de implementação de um Geoparque desde o ano de 2007, porém o mesmo ainda não integra a Rede Global de Geoparques da UNESCO.

Para Gray (2013, p. 8), a geodiversidade corresponde à parcela geológica (rochas, minerais, fósseis), geomorfológica (formas de relevo e seus processos) e pedológica da natureza, incluindo seus conjuntos, relações, propriedades, interpretações e sistemas, se apresentando como a equivalência abiótica da biodiversidade. Gray (2011, p. 273) também salienta o caráter dinâmico da geodiversidade face aos demais componentes dos geossistemas, propondo a ideia de que a geodiversidade é responsável pelo fornecimento dos serviços geossistêmicos (Fig. 02).

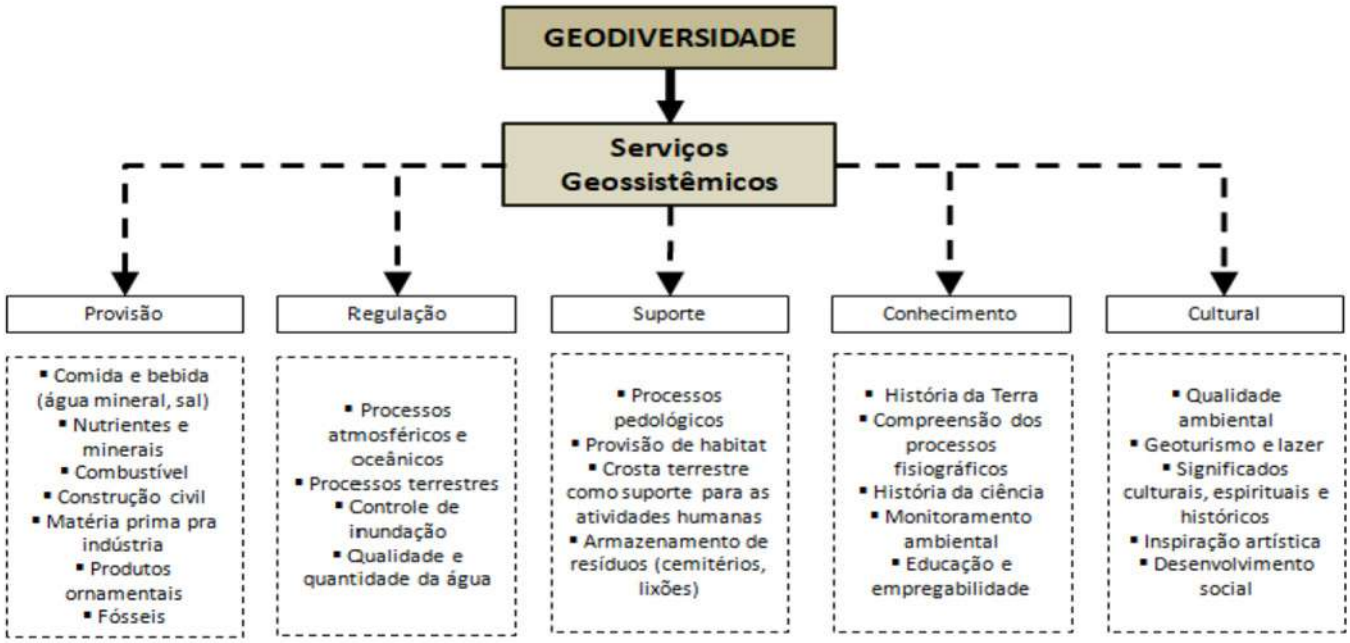


Fig.02: Serviços geossistêmicos fornecidos pela geodiversidade. Adaptado de Gray (2011).

Assim, a geodiversidade apresenta valores intrínsecos, relacionados às suas funções ecológicas, atuando nos geossistemas como variedade de potencial e exploração ecológica (BERTRAND e TRICART, 1968). Hjort et al. (2015, p. 631) argumentam que a geodiversidade, e inclusive locais geodiversos com pequenas dimensões espaciais, merecem ser conservados pelos seus valores e importância para a biodiversidade, salientando que sem a contribuição da geodiversidade muitos serviços ecossistêmicos essenciais para a vida na Terra não existiriam. Os geossistemas se apresentam como composição da paisagem (relação dinâmica) e os serviços ecossistêmicos como dependência do meio (conservação dos recursos naturais).

A experiência italiana na delimitação de Unidades de Paisagem

A Itália foi um dos primeiros países a realizar ações de planejamento territorial em escala regional a partir da delimitação de unidades de paisagem. Pode ser, portanto, considerada como uma referência no planejamento territorial regional, pois ao longo do século XX, desenvolveu um robusto arcabouço legal que deu bases à geração de uma notável qualidade paisagística. O país pode ser considerado um exemplo de aplicação de normativas que equilibram a proteção ambiental e cultural, com equilíbrio da atividade econômica.

O diferencial na abordagem de unidades de paisagem, dentre outros aspectos, é observado na presença das atividades antrópicas como parte integrante da paisagem. Isso proporcionou a manutenção e valorização da cultura nacional, regional e local a partir do reconhecimento não apenas das paisagens de destacada relevância ambiental, mas também daquelas ordinárias que sustentam o desenvolvimento de atividades antrópicas, como as de cultivo agrícola.

O professor e pesquisador Carlo Monti (2020) explica que os mecanismos legais de proteção da paisagem na Itália começaram a ser estabelecidos a partir da década de 1920 com a criação de leis especiais e dos primeiros parques nacionais de proteção ambiental. No período que vai da década de 1920 até meados da década de 1970 predominava uma lógica de pensamento de conservação fechada, ou seja, sem a noção de que cada objeto de interesse de preservação fazia parte de uma paisagem integrada. Assim, a proteção de elementos individuais, sem contemplar os demais elementos constituintes daquela paisagem, fatalmente não alcançaria os objetivos propostos. Além disso, os elementos de interesse de preservação eram somente aqueles de notável beleza cênica, o que excluía a preservação de paisagens de aspecto simples, mas que poderiam possuir condições ambientais relevantes para preservação. Nota-se que não era presente, ainda, a noção de paisagem como sistema integrado (ITALIA, 1923; ITALIA, 1939; ITALIA, 1947; ITALIA, 2020).

Durante as décadas de 1960 e 1970 foi incorporada a noção de paisagem cultural e as novas leis e mecanismos de preservação passaram a proteger não apenas os monumentos históricos isolados, mas todo o tecido antigo que faz parte do contexto dos monumentos. Já nas áreas agrícolas, não somente as belas paisagens passaram a ser preservadas, mas, também, os territórios comuns visando manter o aspecto e a qualidade ambiental, impedindo o crescimento de periferias urbanas que promovessem transformações naqueles territórios (MONTI, 2020). Nesse sentido, a paisagem passou a ser vista como fruto dinâmico da interação homem/ambiente e que assume a forma que o homem, no curso das suas atividades produtivas, imprime conscientemente e sistematicamente à paisagem natural. Sereni (1961) reforça essa ideia ao afirmar que uma paisagem bela é aquela bem cultivada. Essas concepções reforçam a noção de paisagem como produto da interação do homem com o meio, sendo vista como suporte e recurso para manutenção das atividades produtivas e culturais.

A região italiana Emilia-Romagna se destaca no processo de planejamento territorial regional, pois foi a primeira região a elaborar um sistema de análise integrada da paisagem a partir da avaliação do potencial ambiental para o desenvolvimento das atividades antrópicas, em 1975. Assim, quando da promulgação da lei federal 431/1985, conhecida como Lei Galasso, que determina que as regiões italianas devem elaborar planos urbanísticos-territoriais com considerações específicas dos valores paisagísticos e ambientais, essa região já dispunha de um robusto material de análise da paisagem que deu suporte à realização de estudos que levaram à criação do plano territorial regional da referida região (ITÁLIA, 1985; MONTI, 2020).

Naquele momento, a análise da paisagem passou a considerar não apenas as suas características ambientais para classificar suas fragilidades e seus potenciais. As análises passaram a considerar, também, as demais peculiaridades do território, incluindo as características históricas essenciais que levaram à sua atual configuração. Assim, gestores e planejadores passaram a entender que não se deve somente conservar a paisagem cênica, mas também as diversidades inerentes.

Esse pensamento é a base para o estabelecimento, em um momento posterior, das perspectivas de transformações futuras para cada uma das unidades de paisagem delimitadas, levando em conta as suas características aliadas aos objetivos de qualidade paisagística definidos. É a partir dessas premissas que os planos regionais territoriais italianos são elaborados e esse pensamento é básico para se pensar a divisão das Unidades de Paisagem. (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1993. MONTI, 2020). Ele está focado no reconhecimento das identidades dos locais, que pode ser entendido como o seu genius loci (a essência ou “espírito” do lugar, princípio inicialmente proposto por Norberg-Schulz em 1980).

Essas ideias, que atualmente estão no cerne do planejamento regional italiano, são incorporados após a realização da Convenção Europeia da Paisagem (CEP) em 2000 e da publicação do Código de Bens Culturais e da Paisagem (CBCP) pelo governo italiano em 2004 (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2011). A CEP introduz o conceito de que a paisagem não é somente o aspecto visível de um ambiente a ser conservado, mas é, também, o aspecto visível de uma identidade cultural e social da comunidade que o habita. Assim, a paisagem passa a ser entendida como um elemento de identidade e, consequentemente, a sua preservação deve considerar, além dos aspectos ambientais, o contexto da vida cotidiana e as paisagens comuns que contribuem para configuração do ambiente de vida das populações (CONSIGLIO d'EUROPA, 2000; MONTI, 2020). Nesse sentido, passa a ser importante não somente a busca pela manutenção da qualidade ambiental e estética da paisagem, mas também a definição de objetivos de qualidade paisagística que aliam demandas socioculturais às condições territoriais.

Em 2011 a Região Emilia-Romagna divulgou uma nova divisão territorial elaborada com base nas divisões de UP regionais e que agora inclui a definição de objetivos de qualidade paisagística para cada uma das zonas, que atuam como um guia para a transformação da paisagem. São propostos, assim, os chamados "Âmbitos Paisagísticos", que trazem um modo de pensar a paisagem para além de uma tradicional definição de fragilidades e potenciais definidos com base nas variáveis ambientais analisadas. A proposta é construir uma base para projetar futuros desejáveis alinhados com as características territoriais de cada local (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2010; REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2011).

O Plano Territorial Paisagístico Regional (PTPR) da Emilia-Romagna foi desenvolvido sob a convicção de que não existem diferenças entre paisagens que merecem ser conservadas e consumidas, mas sim que existem níveis de transformações possíveis em função do papel que uma determinada porção do território assume dentro do sistema ambiental, naturalístico e sociocultural a que pertence. A partir deste conceito, as regras propostas pelo plano são interpretadas não como impedimento às transformações, mas como maneiras de (re)conhecer o território visando traçar linhas de desenvolvimento compatíveis com suas características, isto é, sem perder ou destruir a identidade das comunidades e a qualidade ambiental (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1993). Lanzoni (2010) afirma que, nesse sentido, o PTPR levou o tema da paisagem da fase de uma defesa passiva a uma fase de conservação planejada de acordo com as características do território.

A proposta de criação de âmbitos paisagísticos representa um avanço no processo de divisão de unidades de paisagem, pois vai além da consideração da fisiografia (montanha, colina, planície, costa) e dos sistemas temáticos (agrícola, arborizado, das águas, de assentamentos) para a criação de zonas homólogas. Passam a ser consideradas as invariantes estruturais da paisagem, que consistem

em componentes biológicos, geomorfológicos ou de assentamentos humanos que apresentam persistência e inércia às mudanças ao longo tempo, ou seja, elementos fixos e representativos que caracterizam aquela unidade de paisagem. É importante frisar que as invariantes estruturais não são consideradas como uma rede de áreas não transformáveis, mas como um quadro de elementos fixos entorno aos quais se promovem intervenções para recuperação ou para valorização daqueles existentes e para promoção turística (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1993; LANZONI, 2010).

Os Âmbitos de Paisagem (AP) representam o ideal de se integrar o conhecimento das características territoriais com o questionamento acerca das dinâmicas atuantes e confrontar essa base com a identificação de áreas que compartilham de mesmos sistemas estruturantes. A partir disso, traçar tendências socioeconômicas que poderão definir políticas e ações de gestão com maior assertividade. Essa proposta visa constituir uma representação unitária e compartilhada da região, e através da qual é possível orientar a criação de paisagens e visões para o futuro. É interessante observar no traçado dos AP, quando foram criadas 49 áreas distintas, categorizadas por cores conforme os sistemas de agregação (Ag) propostos (Fig. 03). Esses são baseados inicialmente nas características fisiográficas, mas levam em conta, também, a tendência de desenvolvimento e/ou problemas semelhantes, buscando retratar as estruturas geográficas da região (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2011).

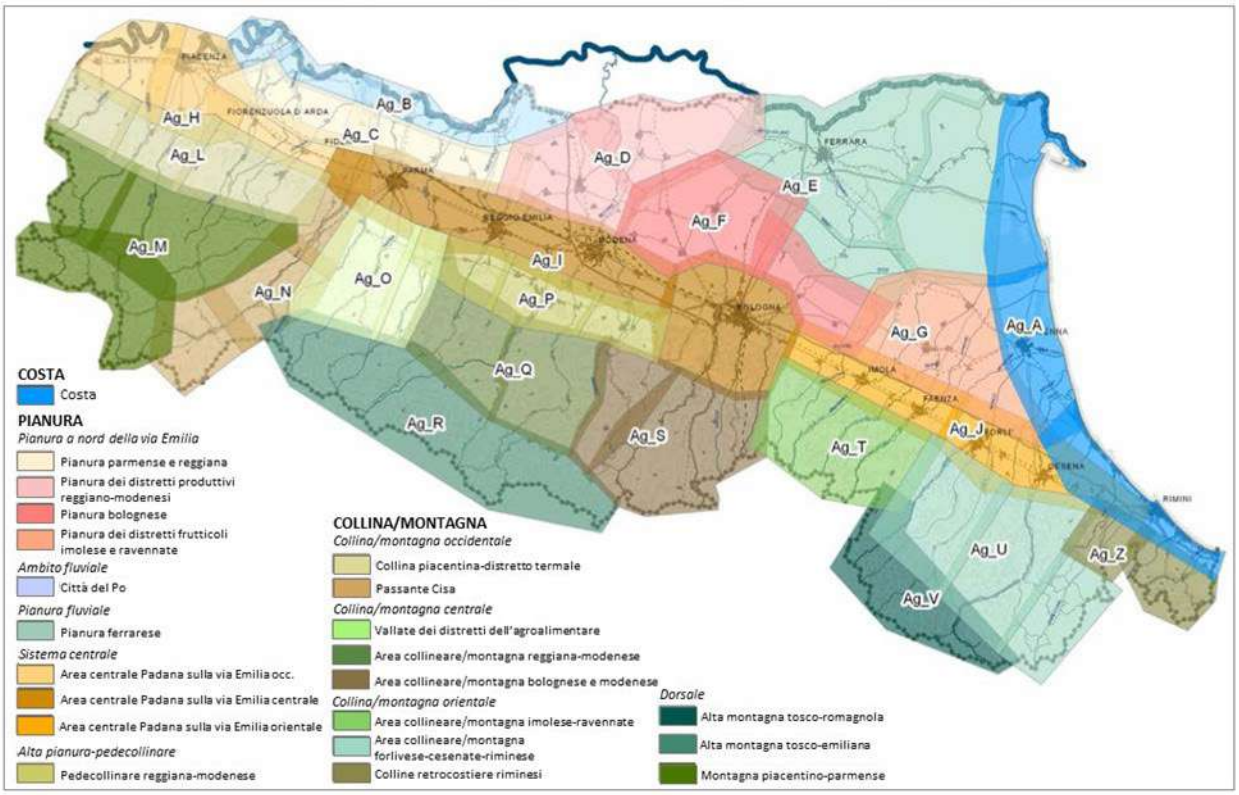


Fig. 03 – Mapa dos Âmbitos Paisagísticos da Emilia-Romagna. Fonte Regione Emilia-Romagna (2011), acesso de domínio público.

Como resultado, é esperado que essas subdivisões e agregações possam orientar a implementação de cenários futuros almejados definidos por uma série de objetivos. Todos os âmbitos paisagísticos confluem áreas com necessidade de conservação, recuperação e desenvolvimento/melhoramento. Portanto, os objetivos de qualidade paisagística devem conciliar a conservação com a melhoria e criar um novo suporte para o planejamento da paisagem regional. Observa-se ainda que as fronteiras dos AP não são claramente delimitadas, pois, em virtude da heterogeneidade dos espaços, as fronteiras são tratadas como zonas de transições com sobreposições, chamadas de zonas de passagem que guardam características de mais de um AP (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2011).

É interessante observar como essa proposta visa não somente à formação de um descritivo acerca das características da paisagem, mas exprime uma intenção voltada a um projeto de gestão da paisagem que se compromete a buscar uma qualidade difusa pelo território por meio do reconhecimento, também, das dinâmicas atuantes. Nesse sentido, o uso dos AP representa um avanço em relação às UP, pois abarcam um conjunto mais complexo de informações focados não somente no diagnóstico socioambiental da área, mas também na proposição de melhorias visando um futuro desejado.

Esse pensamento tem sido norteador para os trabalhos apresentados ao longo deste livro. Inicialmente, pensa-se nas unidades de paisagem com base em sistemas específicos, como no caso dos geossistemas aqui apresentados. Ao final, por meio de análises combinatórias, são criadas as unidades de paisagem de toda a região, que sintetizam os quadros de análise utilizados, evidenciando áreas homogêneas em relação às temáticas consideradas e variáveis utilizadas. Contudo, entende-se que esse é um primeiro passo, necessário, para se alcançar o objetivo maior, que é o da definição de Âmbitos de Paisagem e, a partir deles, discutir os objetivos de qualidade paisagística para cada um deles.

Assim, com base na experiência italiana relatada, foram construídas as primeiras propostas de unidades de paisagem e seu detalhamento em âmbitos de paisagem, apresentados na Fig. 04 e que serão, ainda, melhor explorados ao longo deste livro.

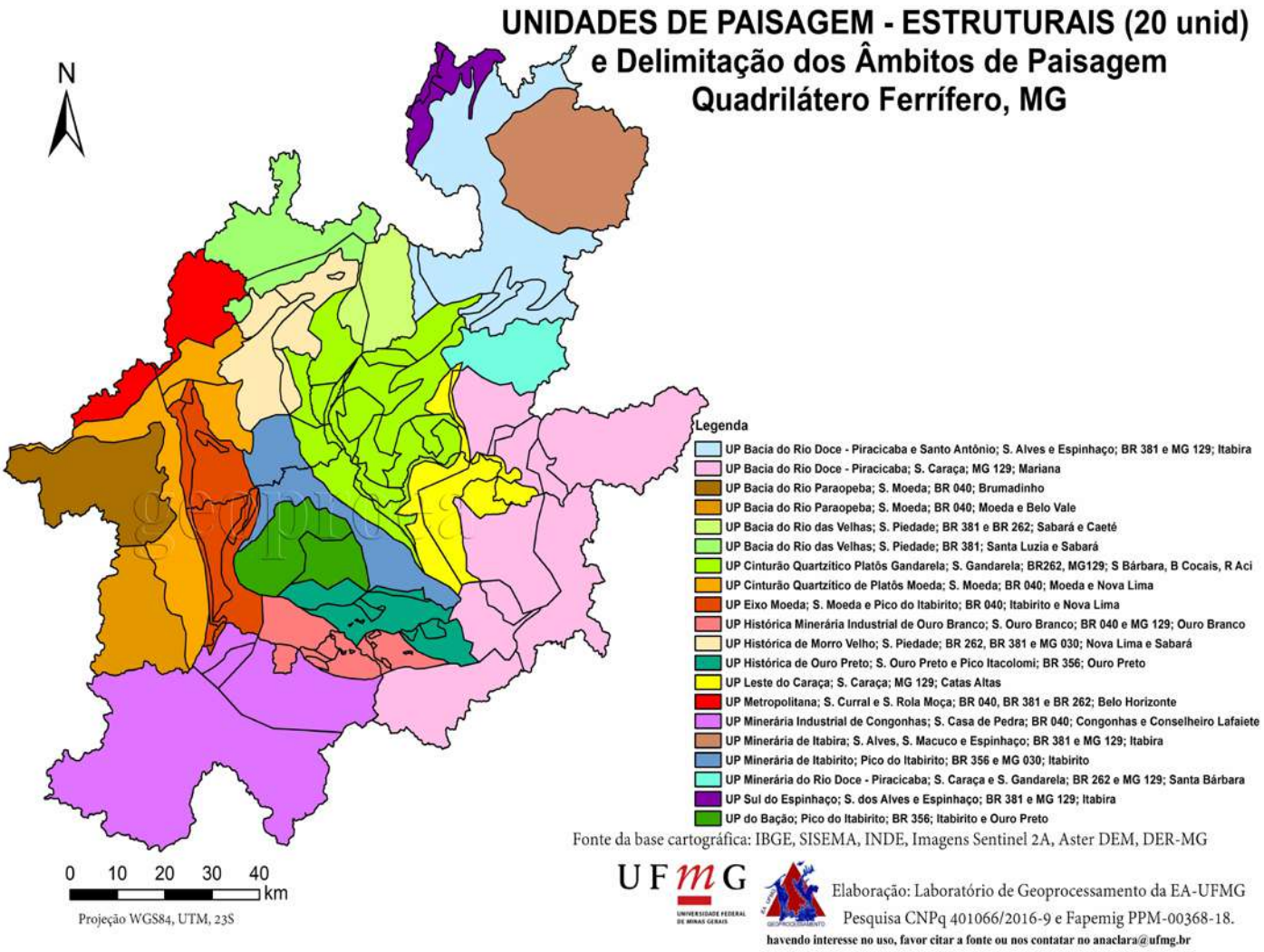


Fig. 04 - Unidades de Paisagem Estruturais e a divisão dos Âmbitos de Paisagem. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2021)

Metodologia para a criação das Unidades de Paisagem Geossistêmicas

O processo de definição das unidades geossistêmicas do Quadrilátero Ferrífero se deu a partir de cinco etapas principais. Inicialmente foi organizado um banco de dados geoespaciais referentes aos aspectos abióticos e culturais da área de estudos. Os dados utilizados no estudo foram produzidos por vários órgãos e instituições públicas, e foram organizados e disponibilizados pelo Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG. Posteriormente, foram escolhidas variáveis componentes principais referentes à geodiversidade e uso histórico da paisagem. A escolha foi orientada pela definição de serviços geossistêmicos apresentada por Gray (2018), considerando a geodiversidade e seus usos como ponto central.

As variáveis selecionadas passaram por uma série de processamentos a fim de gerar uma representação espacial generalizada. Este processo permite a defini-

ção de áreas de influência das variáveis, facilitando a delimitação e classificação de áreas resultantes da sobreposição das variáveis escolhidas. A sobreposição das camadas de informação permitiu a realização das últimas etapas do processo de delimitação das unidades de paisagem. Essas consistem na definição das bases conceituais e parâmetros de descrição das unidades delimitadas a partir da análise espacial das variáveis.

As Variáveis

A partir da base de dados disponível e de pré-processamentos, foram produzidas três variáveis principais que compõem a sequência de matrizes combinatórias, a saber: Minério de Ferro, Unidades geomorfológicas e Geossítios (Fig. 05).

A variável Minério de Ferro foi produzida a partir da junção das camadas de informação de formações ferríferas e áreas de mineração. As primeiras foram extraídas a partir do mapeamento da geodiversidade de Minas Gerais produzido pelo CPRM, enquanto as áreas de lavra de mineração, representadas pelas cavas e estruturas associadas, foram compostas por um buffer de 1km, a fim de representar o efeito de borda.

As áreas de mineração foram mapeadas a partir da vetorização de imagens de satélite no ano de 2017 e validadas a partir dos decretos minerários disponibilizados pela ANM (Agência Nacional de Mineração), representando os polígonos onde a transformação pela ação da mineração foi mais evidente visualmente. Estas formações têm em si valores relativos à mineração de ferro e outros minérios, bem como manutenção dos serviços geossistêmicos relacionados ao ciclo da água (aquíferos e zonas de recarga de drenagem) e dinâmicas ecossistêmicas endêmicas.

As unidades geomorfológicas foram processadas a partir do mapeamento do IBGE, tendo sido agrupadas considerando as dinâmicas de paisagem associadas à morfologia geral do relevo, sendo classificadas em quatro classes: colinas, relevo dissecado, cristas e platôs. Esta classificação representa os aspectos homogêneos do relevo do Quadrilátero Ferrífero.

Cada classe tem suas características marcantes quanto à sua função no funcionamento dos geossistemas, assim como no condicionamento e/ou favorecimento das atividades humanas no território. Os terrenos de colinas são suaves e têm disponibilidade hídrica com vazões capazes de sustentar a ocupação urbana e atividades agrícolas. O relevo dissecado é caracterizado pela incisão da drenagem, favorecendo o aprofundamento dos canais fluviais. Apresenta certa instabilidade nas encostas, considerando o regime climático e tipo de solo e uso, podendo ter processos erosivos acentuados (ravinas e voçorocas) pela atividade humana em

caso de manejo inadequado.

As cristas são constituídas de litologias mais resistentes ao intemperismo, permanecendo na paisagem por mais tempo, o que favorece o encaixe da drenagem nas zonas de fraturamento e falhamento das rochas constituintes. No Quadrilátero Ferrífero, as áreas de cristas são majoritariamente compostas por rochas silicáticas (quartzitos), apresentando quebras de relevo e constituição de zonas de recarga aquífera e freática. Os platôs são as partes mais elevadas do relevo regional, constituindo a Serra do Gandarela, Serra do Caraça e Serra da Moeda.

A terceira variável representa os aspectos culturais da paisagem geodiversa do Quadrilátero Ferrífero, que remonta desde o ciclo do ouro. Para tal, locais de interesse para a geodiversidade, geoturismo e geoconservação (geossítios) foram utilizados associados às áreas acima dos 1.400 metros acima do nível do mar. Os geossítios foram expressos espacialmente a partir da aplicação de um buffer de 5km, a fim de representar a influência do mesmo considerando a escala da área de estudos. As elevações acima de 1.400m foram extraídas do mapa altimétrico e representam os marcos geográficos que ajudaram na localização e locomoção no começo do ciclo do ouro, bem como ainda condicionam o desenvolvimento de atividades humanas na área de estudos.

O resultado da junção das camadas de geossítios e elevações acima de 1.400 metros passou por um pós-processamento a fim de generalizar sua expressão espacial. Para tal, o número de vértices foi reduzido drasticamente, resultando em polígonos simplificados.

A Delimitação das Unidades

O principal processo de delimitação das unidades se deu a partir da análise por matriz combinatória. Esta técnica consiste na soma de duas matrizes numéricas (rasters) classificadas nas quais cada célula tem um valor associado à uma definição conceitual. O valor resultante da soma representa a associação espacial dos dois conceitos inicialmente representados. Este processo foi realizado em duas análises (Fig. 06), inicialmente entre as variáveis de estrutura (unidades geomorfológicas) e localização e uso da geodiversidade (formações ferríferas e áreas de mineração), seguido da análise de matriz combinatória do resultado com a variável de sítios de geodiversidade (picos e serras, geossítios e bens patrimoniais tombados).

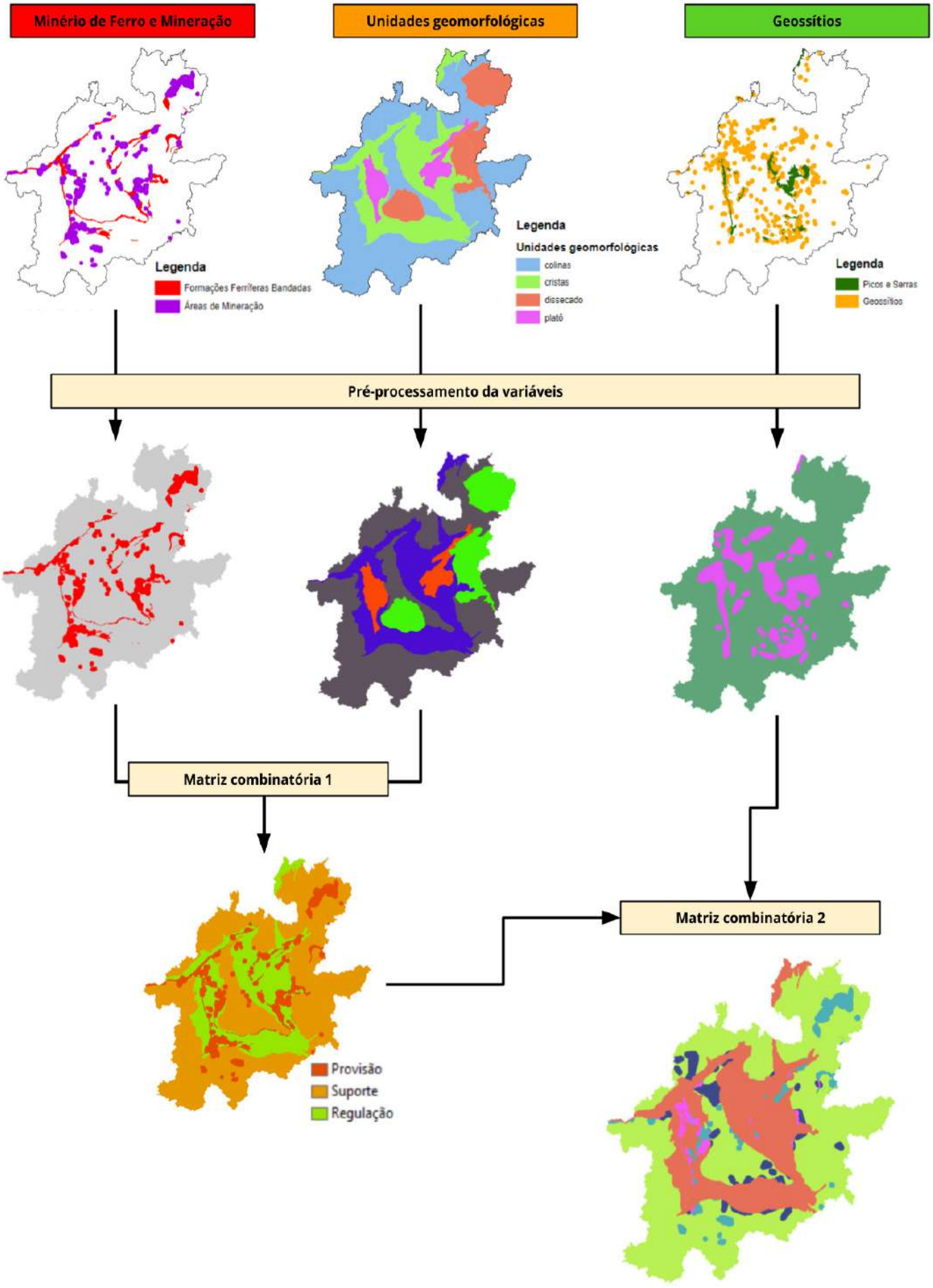


Fig. 05: Variáveis de análise e etapas de processamento da informação espacial

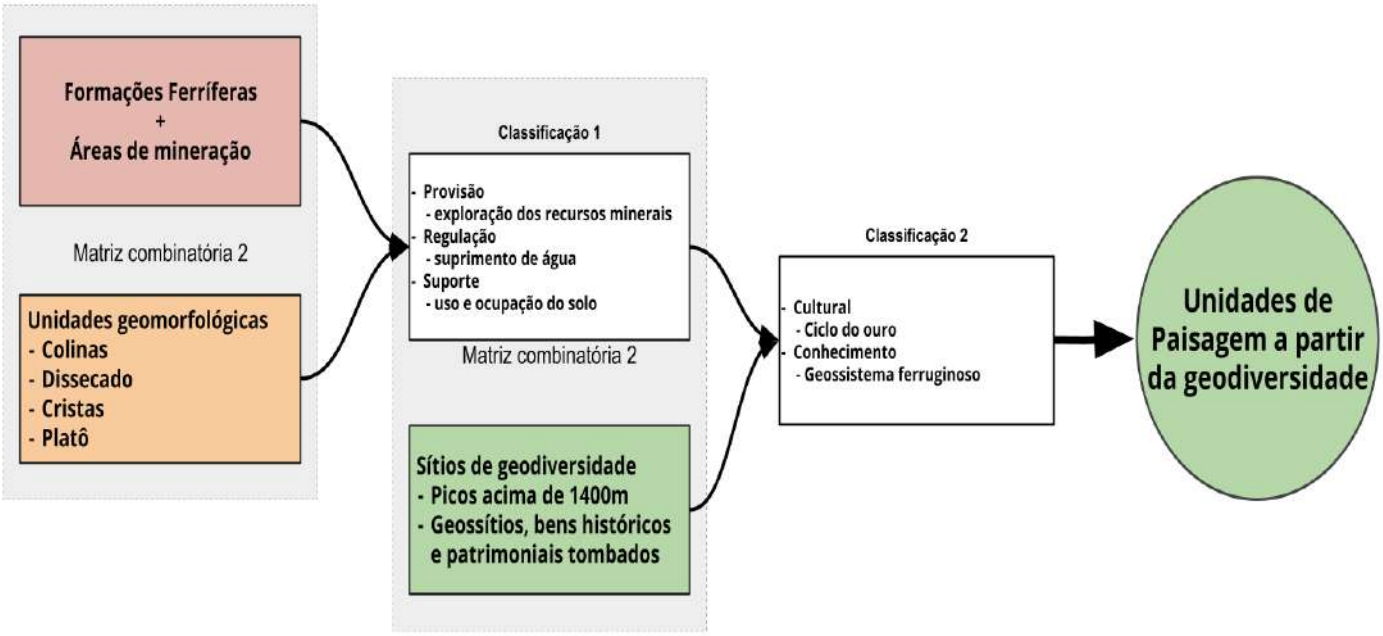


Fig. 06: Esquema de análise das variáveis processadas e definição de classes de unidades. Fonte: Elaborado pelos autores

A classificação 1 considera três classes resultantes da combinação de variáveis. O conceito dos serviços geossistêmicos de provisão, regulação e suporte orientaram a definição das classes. A camada de informação classificada compôs a matriz combinatória 2, junto da variável de sítios de geodiversidade. Esta última variável representa a inserção dos serviços geossistêmicos de conhecimento e cultura. Estes serviços são compreendidos na ideia do uso histórico e sistemático da geodiversidade e as várias relações culturais geradas a partir disso. No processo da classificação 2 as classes são definidas considerando a sobreposição de serviços geossistêmicos.

Após a obtenção do produto das matrizes combinatórias, a matriz resultante foi interpretada considerando as sobreposições de serviços geossistêmicos. Esta etapa deu subsídio para a delimitação das subunidades, que foram identificadas com um polígono próprio, identificador e descrição. A vetorização dos polígonos das unidades geossistêmicas de paisagem considerou o efeito de borda, ou transição, entre as unidades, tendo, portanto, limites generalizados, não estritamente associados ao resultado da matriz combinatória 2 (Fig. 07).

A última etapa do processo de definição das unidades consiste na descrição dos aspectos particulares e aspectos compartilhados de cada unidade. Primeiro foram identificadas as características homogêneas para a elaboração de uma estrutura principal. A partir das classes resultantes da matriz combinatória 2, as unidades do tipo 1 majoritariamente prestam serviços de provisão, unidades do tipo 3 prestam majoritariamente serviços de regulação, e do tipo 4 prestam majoritariamente serviços de suporte. As unidades tipo 2 e 5 prestam majoritariamente a combinação dos serviços de provisão associados à cultura e conhecimento, e suporte associados à cultura e conhecimento, respectivamente.

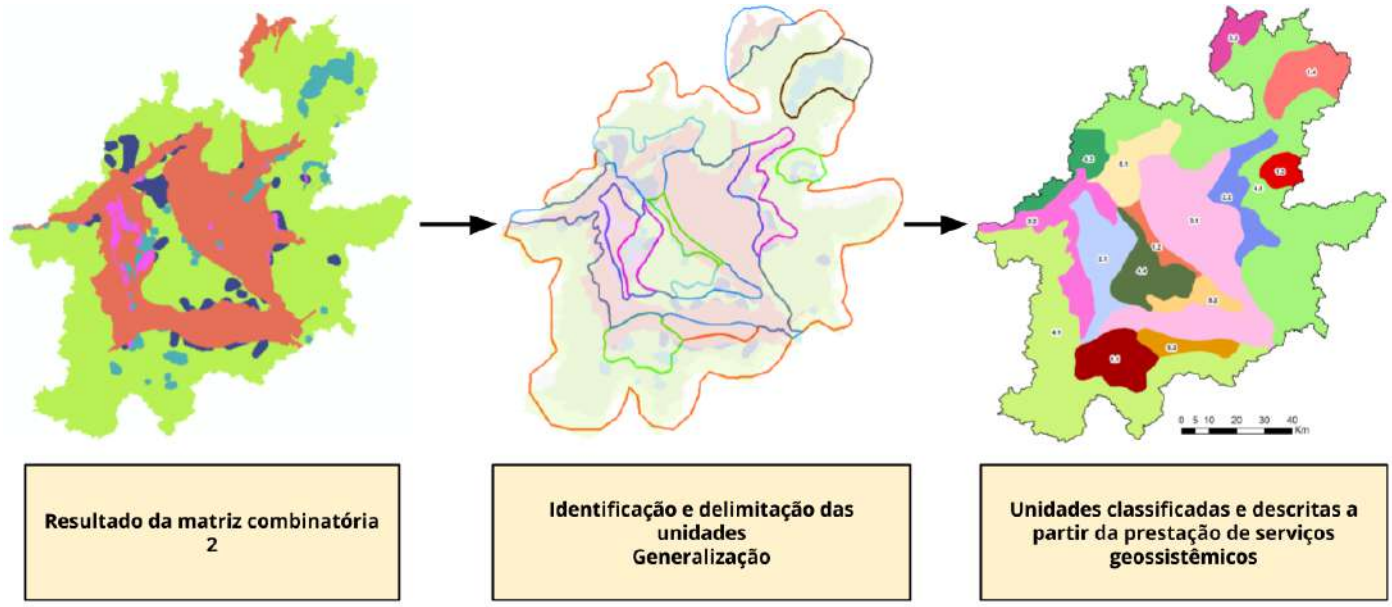
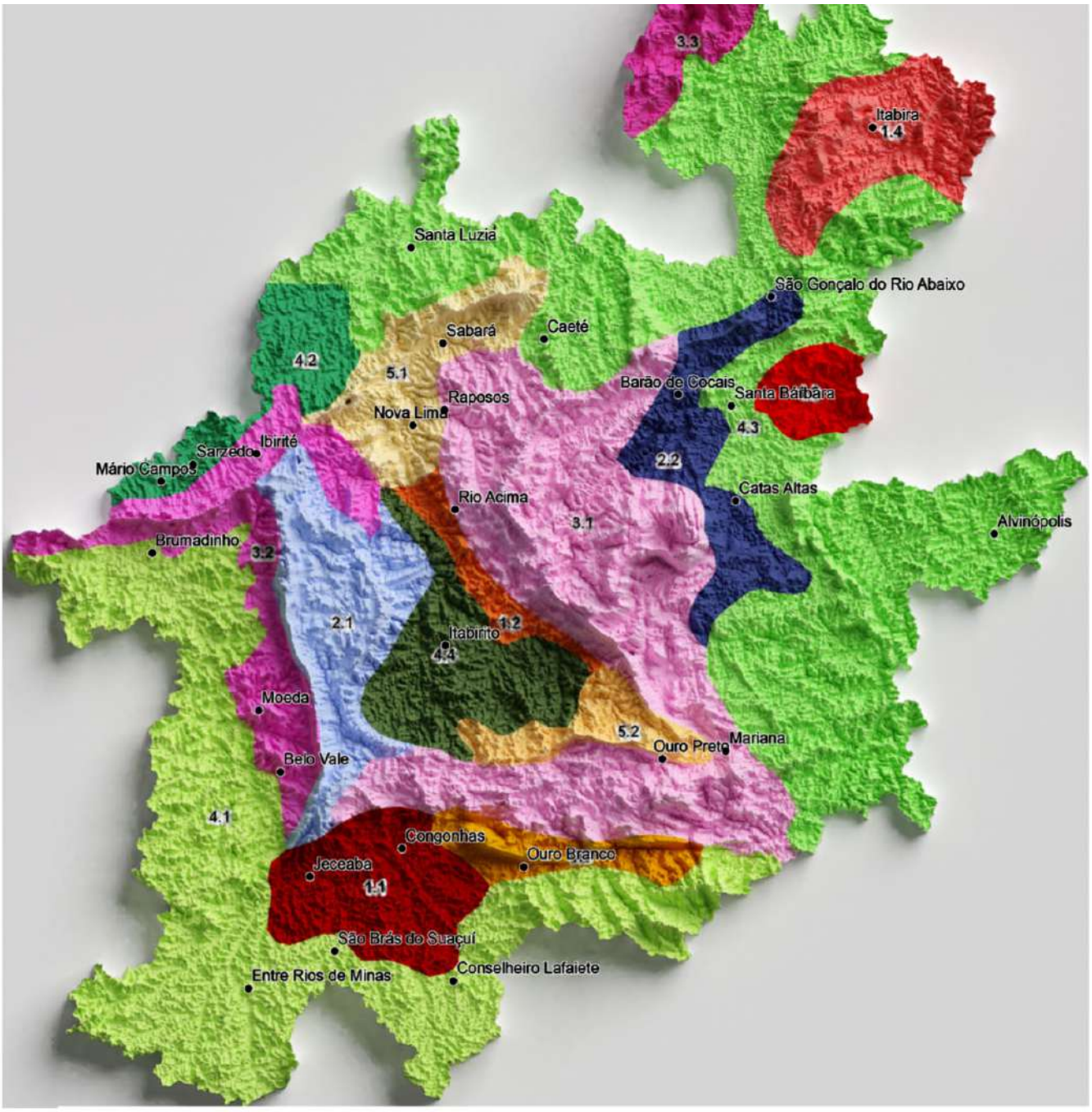


Fig. 07: Esquema da definição das unidades a partir da vetorização. Fonte: os autores.

Resultados

A classificação de legenda foi determinada pelas combinações das variáveis iniciais de litologia (minério de ferro) e unidades geomorfológicas. Três grupos de unidades foram identificados pelos serviços geossistêmicos de: Provisão, Regulação e Suporte. Os grupos de provisão e suporte se subdividem a partir da localização e agregação dos serviços Cultural e Conhecimento (Fig. 08). Croquis foram elaborados para compor a descrição das unidades, apresentando elementos relacionados aos serviços geossistêmicos notáveis na paisagem (Fig. 09, 10, 11 e 12). Serviços de provisão compreendem os minérios industriais, componente preponderante do território do QF. Os serviços de suporte são providos pelos processos relativos ao solo e seus usos. A Regulação é providenciada pelos processos relativos ao ciclo da água.



1.1, Provisão, Unidade geossistêmica minerária de Congonhas
1.2, Provisão, Unidade geossistêmica minerária de Itabirito
1.3, Provisão, Unidade geossistêmica minerária de Rio Piracicaba
1.4, Provisão, Unidade geossistêmica minerária de Itabira
2.1, Provisão + Cultural + Conhecimento, Unidade geossitêmica do eixo Moeda
2.2, Provisão + Cultural + Conhecimento, Unidade geossistêmica do leste do Caraça
3.1, Regulação, Unidade geossistêmica do cinturão quartzítico de platôs Gandarela
3.2, Regulação, Unidade geossistêmica do cinturão quartzítico de platôs Moeda
3.3, Regulação, Unidade geossistêmica sul do Espinhaço
4.1, Suporte - Borda sudeste, Unidade geossistêmica da bacia do Rio Paraopeba
4.2, Suporte - Borda norte, Unidade geossistêmica metropolitana
4.3, Suporte - Borda nordeste, Unidade geossistêmica das bacias do Rio Doce e Velhas
4.4, Suporte - Central, Unidade geossistêmica do Bação
5.1, Suporte + Cultura + Conhecimento, Unidade geossistêmica histórica de Morro Velho
5.2, Suporte + Cultura + Conhecimento, Unidade geossistêmica histórica de Ouro Preto
5.3, Suporte + Cultura + Conhecimento, Unidade geossistêmica histórica de Ouro Branco

Fig. 08: Unidades de paisagem resultantes da classificação de acordo com os serviços geossistêmicos da geodiversidade. Fonte: Elaborado pelos autores

1.1 - Provisão: Unidade geossistêmica minerária de Congonhas - provisão minerária recente, com concentração de atividades extração mineral de grande escala e estruturas associadas (barragens de contenção de rejeitos de mineração, plantas industriais e infraestrutura de transporte). Engloba complexidade geomorfológica variando entre colinas e platôs, com uso e cobertura do solo condicionadas pela conformação do relevo. Apresenta paisagem com dinâmica histórica associada com a exploração do ouro, no entanto as alterações da paisagem têm relação com as dinâmicas econômicas majoritárias desenvolvidas no local.

1.2 - Provisão: Unidade geossistêmica minerária de Itabirito - prestação de serviços majoritariamente de provisão, com concentração de atividades minerárias de grande escala. Apesar da atividade de extração mineral expressiva, esta fica oculta na paisagem em função de minas subterrâneas. As regiões de platôs de serra quartzíticas são compostas por áreas de couraças lateríticas, propiciando ecossistemas endêmicos. A unidade tem como limite leste o curso do rio das Velhas, que favorece a ocupação urbana ao longo das planícies de inundação estreitas. O relevo é majoritariamente forte-ondulado, dificultando a ocupação das encostas. As áreas de cabeceiras de drenagem apresentam vegetação campestre/rupestre, e áreas de drenagens de segunda e terceira ordem são constituídas de matas ciliares na transição Cerrado/Mata Atlântica.

1.3 - Provisão: Unidade geossistêmica minerária de Rio Piracicaba - prestação de serviços majoritariamente de provisão, com concentração de atividades minerárias de grande escala. Abrangendo parcialmente duas bacias hidrográficas importantes (Rio Santa Bárbara e Rio Piracicaba), a unidade tem remanescentes florestais expressivos. No entanto, essa vem sendo alterada em função da exploração mineral recente, com a expansão de cavas já existentes e alocação de áreas para depósito de rejeitos (barragens), assim como depósitos de estéril. A silvicultura é expressiva na região, ocupando grande parte das encostas. A unidade é entremeada de infraestruturas de transporte para escoar a produção mineral (majoritariamente ferroviária).

1.4 - Provisão: Unidade geossistêmica minerária de Itabira - prestação de serviços majoritariamente de provisão, com concentração de atividades minerárias de grande escala. A exploração mineral alterou consideravelmente a paisagem local, removendo marcos geográficos importantes. Áreas de cabeceiras de drenagem estão parcialmente preservadas. No entanto, trechos médios de sub-bacias estão comprometidos pela instalação de barragens de rejeitos. A grande remoção e realocação de estéril modificou a conformação do relevo, apresentando em sua maioria taludes em vários estágios de estabilização. O relevo é forte-ondulado a ondulado, condicionando uma ocupação urbana próximo às planícies fluviais e encostas de declividade baixa. O relevo também dificulta a produção agrícola, que é pouco representativa.

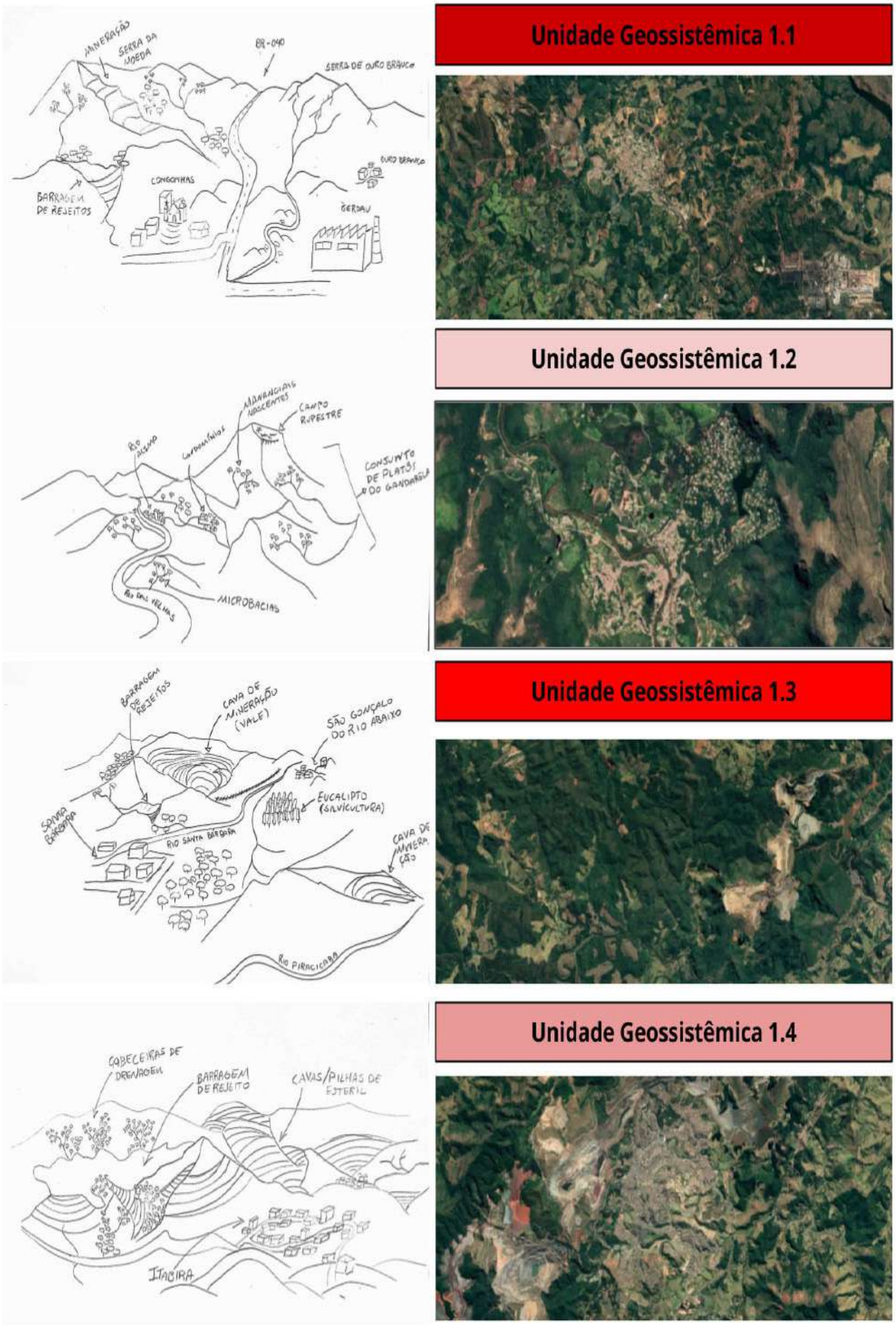


Fig. 09: Croquis elaborados para compor a descrição das unidades de paisagem de provisão (grupo 1). Fonte: Elaborado pelos autores e apresentação de imagens Google Earth..

2.1 - Provisão + Cultura + Conhecimento: Unidade geossistêmica do eixo Moeda - unidade complexa, apresentando serviços de provisão, cultura e conhecimento associados à dinâmica histórica da paisagem. O relevo é fortemente marcado por atividades tectônicas antigas e ação do intemperismo a longo prazo, presente nas conformações provenientes da inversão de relevo. Tal processo foi favorecido pelas couraças lateríticas, que compõem áreas elevadas com ecossistemas endêmicos. A unidade é marcada por um relevo montanhoso e forte-ondulado, desfavorecendo a produção agrícola de grande porte e instalação de infraestrutura de transporte. No entanto, a unidade apresenta um eixo principal de circulação (BR-040), onde concentra-se o setor industrial. Ao longo do eixo da Serra da moeda há a presença de sítios históricos do período do ciclo do ouro, assim como núcleos urbanos antigos que hoje passam por novo processo de urbanização (condomínios).

2.2 - Provisão + Cultura + Conhecimento: Unidade geossistêmica do leste do Caraça - unidade complexa, apresentando serviços de provisão, cultura e conhecimento associados à dinâmica histórica da paisagem. A unidade está localizada no sopé oeste da Serra do Caraça, com concentração de atividade mineral de grande porte. Com um relevo ondulado, a unidade apresenta atividade agrícola incipiente, com proeminente silvicultura. Em função da produção mineral, a unidade conta com ramais ferroviários que estão associados aos principais rios. Esta opção de alocação da infraestrutura é devido às declividades acentuadas nas porções próximas ao sopé da serra. Núcleos urbanos antigos, instalados no período do ciclo do ouro, estão relacionados aos sítios históricos deste período. Nos platôs existem couraças lateríticas que servem de base para ecossistemas endêmicos.

3.1 Regulação: Unidade geossistêmica do cinturão quartzítico de platôs Gandarela - caracterizada principalmente por serviços de regulação, com concentração de cristas de serra e platôs quartzíticos elevados, condicionando endemismo de espécies vegetais e animais. Área de cabeceiras de drenagem das bacias que compõem o Quadrilátero Ferrífero, associando a unidade à prestação de serviços de provisão, considerando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Unidade com considerável nível de fragilidade ambiental, com paisagem dinamicamente estável, porém com potencial para propagação de impactos, positivos e negativos, em função da sua condição geomorfológica e distribuição geográfica. A unidade apresenta várias áreas onde o efeito de borda acontece de formas diferentes, variando de acordo com a vizinhança com outras unidades.

3.2 Regulação: Unidade geossistêmica do cinturão quartzítico de platôs Moeda - caracterizada principalmente por serviços de regulação, com concentração de cristas de serra e platôs quartzíticos elevados, condicionando endemismo de espécies vegetais e animais. Área de cabeceiras de drenagem das bacias que compõem o Quadrilátero Ferrífero, associando a unidade à prestação de serviços de provisão, considerando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Unidade

com considerável nível de fragilidade ambiental, com paisagem dinamicamente estável, porém com potencial para propagação de impactos, positivos e negativos, em função da sua condição geomorfológica e distribuição geográfica. A unidade apresenta algumas áreas onde o efeito de borda acontece de formas diferentes, variando de acordo com a vizinhança com outras unidades.

3.3 Regulação: Unidade geossistêmica sul do Espinhaço - caracterizada principalmente por serviços de regulação, com concentração de cristas de serra e platôs quartzíticos elevados, condicionando endemismo de espécies vegetais e animais. Área de cabeceiras de drenagem das bacias que compõem o Quadrilátero Ferrífero, associando a unidade à prestação de serviços de provisão, considerando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Unidade com expressiva fragilidade ambiental, com paisagem dinamicamente estável, mas com potencial para propagação de impactos positivos e negativos, em função da sua condição geomorfológica e distribuição geográfica.

4.1 Suporte: Unidade geossistêmica da bacia do Rio Paraopeba - unidade de suporte da borda sudoeste do Quadrilátero Ferrífero, fornecendo serviços ambientais à produção agrícola pela presença de vertentes em colinas, favorecendo a mecanização da atividade rural. Rede de drenagem bem desenvolvida com cursos d'água com vazão considerável, possibilitando irrigação e construção de reservatórios para abastecimento urbano. Apresenta uma paisagem rural bem desenvolvida, com a presença de agricultura familiar e indústrias de diferentes portes.

4.2 Suporte: Unidade geossistêmica metropolitana - unidade suporte norte do Quadrilátero Ferrífero, fornecendo serviços ambientais que favorecem a sustentação da malha urbana metropolitana, caracterizando geossistema fortemente alterado pela ação antrópica. As condições geotécnicas foram consideradas no planejamento da capital, demonstrando sua aptidão para a instalação de infraestrutura urbana. A canalização de córregos e drenagens têm alterado a dinâmica de escoamento das microbacias desta unidade. Por ser uma unidade completamente urbanizada, seu efeito de borda é mais proeminente do que o das demais unidades.

4.3 Suporte: Unidade geossistêmica das bacias dos Rios Doce e Velhas - unidade suporte da borda nordeste do Quadrilátero Ferrífero, fornecendo serviços ambientais à produção agrícola em função da presença de vertentes majoritariamente em colinas, favorecendo a mecanização da atividade rural. Rede de drenagem bem desenvolvida com cursos d'água com vazão considerável, possibilitando a irrigação e construção de reservatórios para abastecimento urbano. A unidade apresenta uma paisagem rural bem desenvolvida, com a presença de agricultura familiar e indústrias de diferentes portes. Um mosaico de áreas protegidas e menor proporção de áreas urbanas faz desta unidade uma das mais preservadas, com cobertura florestal nativa ainda presente.

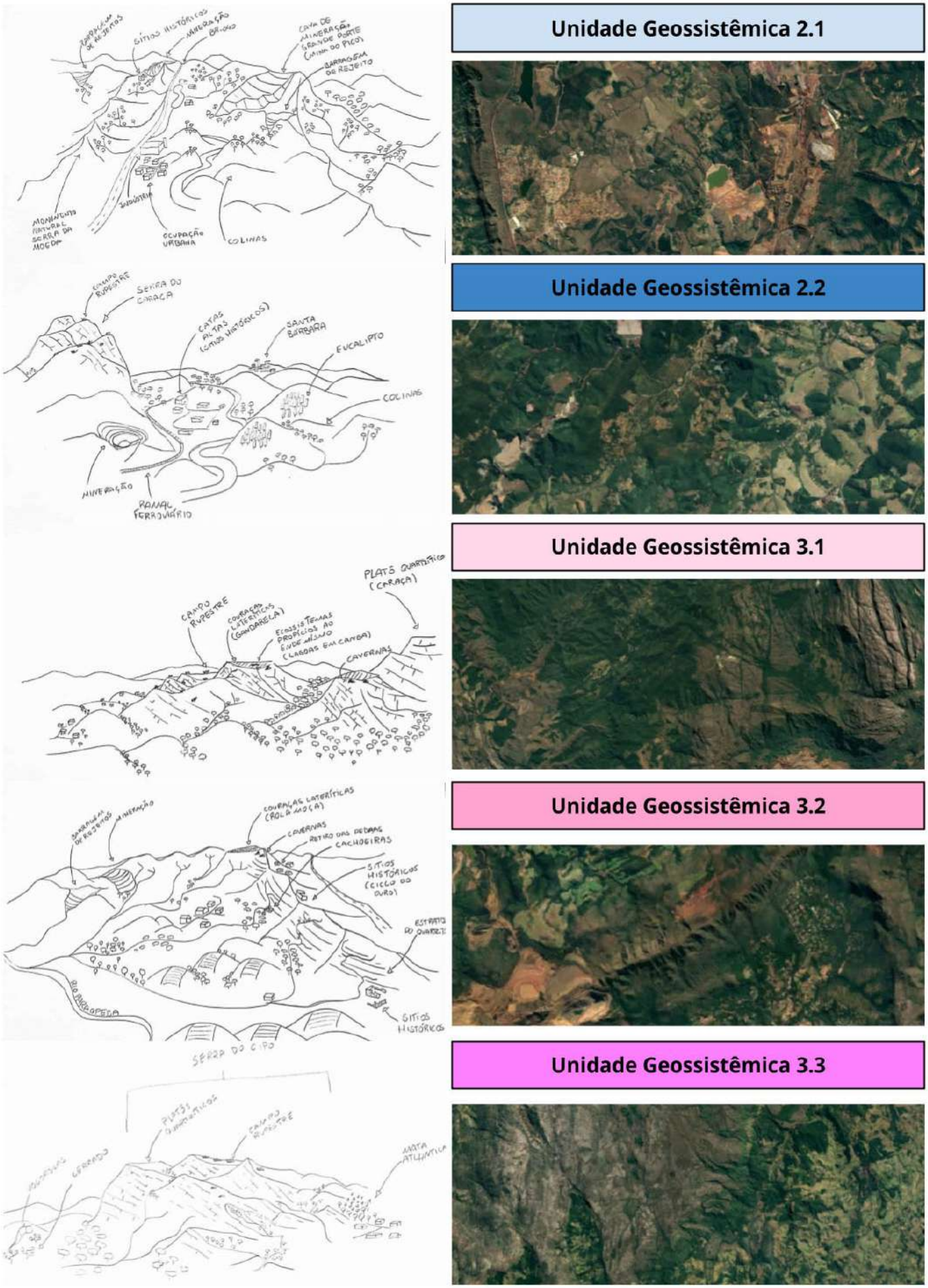


Fig. 10: Croquis elaborados para compor a descrição das unidades de paisagem de provisão, cultura e conhecimento (grupo 2) e regulação (grupo 3). Fonte: Elaborado pelos autores e apresentação de imagens Google Earth...

4.4 Suporte: Unidade geossistêmica do Bação - unidade de suporte central, fornecendo serviços ambientais à produção agrícola em função da presença de vertentes majoritariamente dissecadas, condicionando a paisagem a uma instabilidade intrínseca nas vertentes provocando ravinamentos, aumentando o dinamismo natural em função da ação antrópica. Apresenta rede de drenagem desenvolvida com cursos d'água com vazão considerável, possibilitando a irrigação e construção de reservatórios para abastecimento urbano. A unidade apresenta uma paisagem rural bem desenvolvida, com a presença de agricultura familiar e indústrias de diferentes portes.

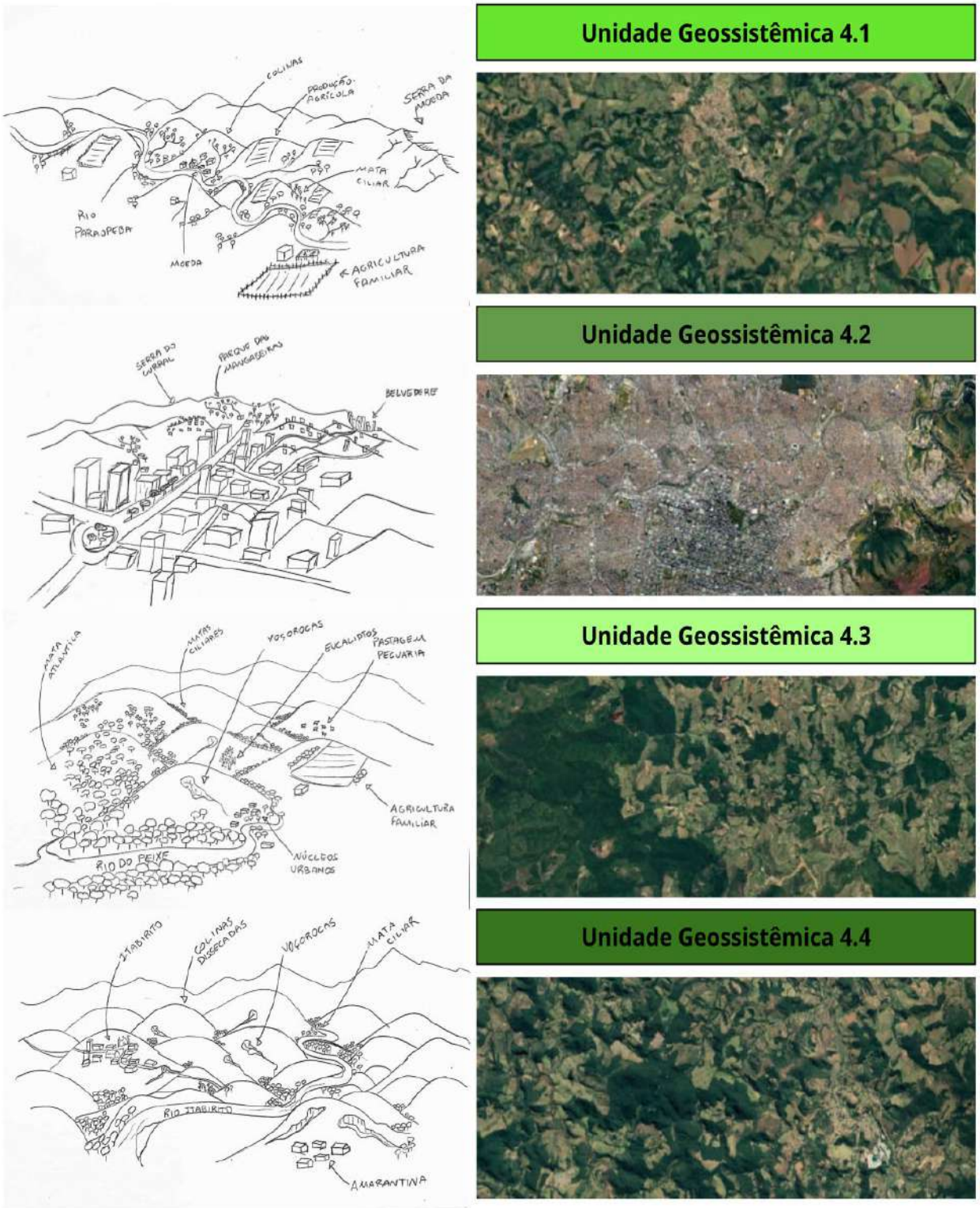


Fig. 11: Croquis elaborados para compor a descrição das unidades de paisagem de suporte (grupo 4). Fonte: Elaborado pelos autores e apresentação de imagens Google Earth...

5.1, 5.2 e 5.3 Suporte + Cultura + Conhecimento: Unidades geossistêmicas complexas de suporte, cultura e conhecimento. Estas unidades compartilham muitos aspectos relativos ao uso histórico da geodiversidade, bem como aspectos geográficos. Todas apresentam diversidade de formas de relevo, bem como ocupação territorial secular, formando paisagem cultural dinâmica com associação de atividades minerárias recentes com bens patrimoniais do período do ciclo do ouro. Caracterizado por vales encaixados e rios sinuosos, dificultando o suporte à instalação de infraestrutura urbana. As paisagens históricas destas unidades fornecem serviços relacionados à memória coletiva e patrimônio.

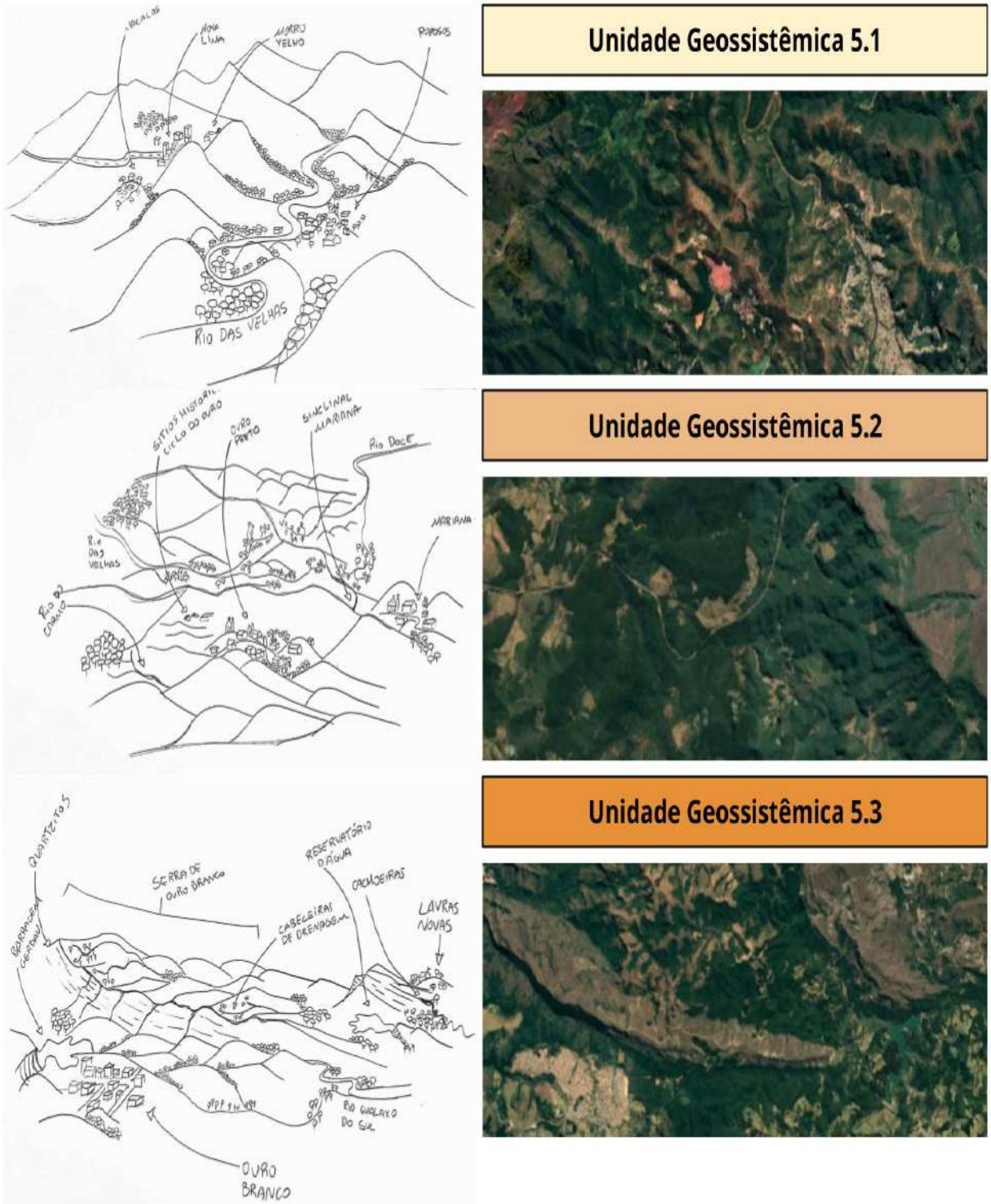


Fig. 12: Croquis elaborados para compor a descrição das unidades de paisagem de suporte, cultura e conhecimento (grupo 5). Fonte: Elaborado pelos autores e apresentação de imagens Google Earth...

Discussões e Conclusões

A delimitação de unidades de paisagem serve como instrumento de planejamento. Neste aspecto, a presente proposta de delimitação de unidades geossistêmicas da paisagem do Quadrilátero Ferrífero identifica contextos de diferentes áreas da região considerando suas características quanto aos serviços geossistêmicos. No entanto, a presente classificação foca na identificação dos serviços prestados em cada unidade. Uma análise considerando as demais classificações de unidades de paisagem do Quadrilátero Ferrífero favorece a identificação das potencialidades e fragilidades de cada âmbito paisagístico.

A experiência da abordagem italiana deu o suporte necessário para a elaboração de uma classificação que considerasse os aspectos estruturantes da paisagem. A identificação das unidades de paisagem sob a ótica da geodiversidade forneceu informações para a delimitação e descrição dos âmbitos paisagísticos, apresentados na Figura 4.

Considerar a geodiversidade e seus usos como base para a análise da paisagem se mostrou efetivo no caso do Quadrilátero Ferrífero, por se tratar de uma região desenvolvida socialmente e economicamente a partir da exploração de recursos minerais. As unidades resultantes da análise espacial evidenciaram o uso histórico e intensivo da geodiversidade local, resultando em paisagens históricas relevantes do ponto de vista patrimonial. No entanto, as paisagens históricas também estão sujeitas aos impactos acumulados ao longo do tempo, tal como o risco geológico e geotécnico em função das técnicas utilizadas na época do ciclo do ouro e do recente uso de algumas dessas áreas para ocupação urbana.

A metodologia de análise apresentada parte do princípio da generalização da informação, porém considerando os vários dados disponíveis que estão passíveis de serem analisados em conjunto para alcançar novas informações. Neste sentido, o processamento das variáveis foi fundamental para que aspectos particulares fossem considerados na delimitação das unidades. A abordagem pode ser adaptada em função da disponibilidade de dados ou características da região analisada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Úrsula Ruchkys de; MACHADO, Maria Márcia Magela; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim; RENGER, Friedrich Ewald; TREVISOL, Andrea; BEATO, Décio Antônio Chaves. Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG): proposta. In: Geoparques do Brasil /Propostas - vol. 1. Brasília: CPRM, 2011. p. 183–219.

BERTRAND, Georges; TRICART, Jean. Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, v. 39, n. 3, p. 249–272, 1968.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. RA´E GA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Edgar Blücher, 1999. 236 p.

CLAVAL, Paul. A Geografia Cultural. Florianópolis. Editora da UFSC. 1999. 454 p.
CONSIGLIO d'EUROPA. Convenzione europea del paesaggio. Firenze, 20 ottobre 2000. 24 p. Traduzione del testo ufficiale in inglese e francese.
COSTA, Stael A. P.; CASTRIOTA, Leornardo B.; SALGADO, Marina. The World Heritage site of Ouro Preto. Facilities, v. 29, n. 7/8, p. 339–351, 24 maio 2011.
GRAY, Murray. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature. Chichester: John Wiley & Sons, 2013.
GRAY, Murray. Other nature: geodiversity and geosystem services. Environmental Conservation, v. 38, n. 3, September 2011, p. 271 – 274. DOI: https://doi.org/10.1017/S0376892911000117
GRAY, Murray. The confused position of the geosciences within the "natural capital" and "ecosystem services" approaches. Ecosystem Services, v. 34, n. October, p. 106–112, 2018.
HJORT, Jan; GORDON, Jonh; GRAY, Murray; HUNTER JR, Malcolm. Why geodiversity matters in valuing nature's stage. Conservation Biology, v. 29, n. 3, p. 630–639, jun. 2015.
ITALIA. Constituição (1947). Constituição da República Italiana, 1947. Roma: Senado da República, 1947. 76 p. Disponível em <https://www.nascitacostituzione.it/costituzione2.htm>. Acesso em 15 jul. 2019
ITALIA. Decreto legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004. Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge n. 137 del 6 luglio 2002. Roma: Gazzeta Ufficiale n. 45 del 24 febbraio 2004.
ITALIA. Legge n. 1497 del 29 giugno 1939. Protezione dele bellezze naturali. Roma: Gazzetta Ufficiale, 1939, 44 p. Disponível em <https://www.naturaitalia.it/static/temp/allegati_natura_italia/biodiversita/normativa/Legge_1497_del_1939.pdf> Acesso em 09 dez. 2020.
ITALIA. Legge n. 431 del 08 agosto 1985. Conversione in legge, com modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale. Roma: Gazzetta Ufficiale, 1985, 32 p. Disponível em <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1985/08/22/085U0431/sg>. Acesso em 09 dez. 2020.
ITALIA. Regio Decreto-Legge n. 257 del 11 gennaio 1923. Riguardante la costituzione del parco nazionale di Abruzzo. Roma: Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia, 1923, 44 p. Disponível em <https://www.minambiente.it/normative/regio-decreto-legge-11-gennaio-1923-n-257-riguardante-la-costituzione-del-parco-nazionale> Acesso em 09 dez. 2020.
JACOBI, Cláudia M.; CARMO, Flávio F. (org.). Diversidade florística nas cangas do Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte, Editora IDM, 2012
LA BLACHE, Paul Vidal de. Da interpretação geográfica de paisagens. Mercator, ano 07, num. 13, 2008.
LANZONI, Chiara. La pianificazione paesaggistica in Emilia-Romagna. Ri-Vista. Firenze University Press. vol x, n.x, 2010, pp 129-134, online: <http://www.unifi.it/ri-vista> Acesso em 05 set 2020
MACHADO, Maria Márcia M.; RUCHKYS, Úrsula A. Importância Econômica do Ferro. In: RUCHKYS, Úrsula de Azevedo; TRAVASSOS, Luiz Eduardo Panisset; RASTEIRO, Marcelo Augusto; FARIA, Luciano Emerick (Eds.). Patrimônio Espeleológico em Rochas Ferruginosas: Propostas para sua conservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2015. p. 98–115.
MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de paisagem. RA´E GA, Curitiba, n. 8, p. 83-91, 2004. Editora UFPR 83.
MCHARG, Ian L. Design With Nature. Ed. New York: The American Museum of Natural History, 1969.
MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Geossistemas: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000. 127 p.
MONTI, Carlo. Carlo Monti: inédito. Bolonha: UniBo, 2020. Entrevista concedida a Danilo Magalhães.
NAME, Leo. O conceito de paisagem na geografia e sua relação com o conceito de cultura. GeoTextos, v. 6, n. 2, p. 163–186, 22 jan. 2011.
NORBERG-SCHULZ, Christian. Genius loci. Towards a phenomenology of architecture. Londres: Academy Editions, 1980, 216 p.
REGIONE EMILIA-ROMAGNA. Atlante degli ambiti paesaggistici. Adeguamento del PTPR dell'Emilia-Romagna. Bologna, 2010, 313 p.
REGIONE EMILIA-ROMAGNA. Gli ambiti paesaggistici: Areali per la gestione del paesaggio. PTPR Emilia-Romagna. Adeguamento al Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e alla Convenzione Europea del Paesaggio. Bologna, 2011, 64 p.
REGIONE EMILIA-ROMAGNA. Piano Territoriale Paesistico Regionale. Delibere del consiglio regionale n. 1388 del 28/01/1993 e n. 1551 del 14/07/1993. Bologna, 1993, 156 p.
RIBEIRO, Guilherme da Silva. Da Interpretação Geográfica das Paisagens (Paul Vidal de La Blache). Mercator, Fortaleza, v. 7, n. 13, p. p. 149 a 151, nov. 2008. ISSN 1984-2201.
ROSIÈRE, Carlos Alberto. Formações Ferríferas e Minérios de Alto Teor Associados. In: RUCHKYS, Úrsula de Azevedo; TRAVASSOS, Luiz Eduardo Panisset; RASTEIRO, Marcelo Augusto; FARIA, Luciano Emerick (Eds.). Patrimônio Espeleológico em Rochas Ferruginosas: Propostas para sua conservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2015. p. 78–96.

RUCHKYS, Úrsula A; CASTRO, Paulo T. A.; SANTOS, Darcy J.; RODRIGUES, Jonathas S. B. Patrimônio em Geossistemas Ferruginosos: Potencial de Uso para o Geoturismo. RELACult - Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade, v. 4, n. 2, p. 1–20, 2018.
RUCHKYS, Úrsula A. Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: Potencial para a Criação de um Geoparque da UNESCO. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.
RUCHKYS, Úrsula; A.; CASTRO, Paulo T. A.; MIRANDA, Marcos Paulo S. Questões de Geoética: o Caso do Rompimento da Barragem de Córrego do Feijão , Minas Gerais – Brasil. Revista franco-brasileira de geografia, v. 1, n. 40, p. 1–15, 2019.
SALGUEIRO, Teresa Barata. Paisagem e Geografia. Finisterra, vol 36, n. 72, 2001, pp. 37-53
SAUER, C. O. A morfologia da paisagem. In: CORRÊA, R. L.; ROSENDAHL, Z. (Org.). Paisagem, tempo e cultura. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1998.
SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. RA'E GA, n.7, 2003, pp. 79-85
SERENI, Emilio. Storia del paesaggio agrario italiano. Bari: Laterza, 1961, 439 p.
SOTCHAVA, Viktor B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1978.
SOUZA, Fernanda Cristina R; CARMO, Flávio F. Geossistemas Ferrugionosos do Brasil. In: CARMO, Flávio F.; KAMINO, Luciana H. Y. (Eds.). Geossistemas Ferrugionosos do Brasil: áreas prioritárias para a conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. Belo Horizonte: 3i Editora, 2015. p. 47–76.
TRICART, Jean. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN. 1977, 91 p.
VITTE, Antônio Carlos. O desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na geografia física. Mercator, ano 06, n. 11, 2007 p. 71 – 78
VITTE, Antônio Carlos; SILVEIRA, Roberison Wittgenstein Dias da Considerações sobre os conceitos de natureza, espaço e morfologia em Alexander von Humboldt e a gênese da geografia física moderna. História, Ciências, Saúde – Manguinhos. Rio de Janeiro, v.17, n.3, jul-set. 2010, p. 607-626.

CAPÍTULO 8
UNIDADES DE PAISAGEM AMBIENTAL SEGUNDO VEGETAÇÃO E HIDROGRAFIA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Nicole Andrade da Rocha

Lourdes Manresa Camargos

Camila Fernandes de Morais

Ana Clara Mourão Moura

Tiago Augusto Gonçalves Mello

Resumo

O estudo teve como objetivo identificar Unidades de Paisagens Ambientais, referentes à vegetação e hidrografia na área correspondente ao Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Os estudos sobre vegetação foram conduzidos destacando duas tipologias principais para a área: o campo rupestre e floresta, a segunda representada pela Mata Atlântica. O estudo visa colaborar com a identificação de áreas homogêneas na forma de unidades territoriais, para composição de abordagens sobre o planejamento territorial estratégico. Para isso, foram utilizados os princípios de Ecologia da Paisagem relacionados às métricas de área núcleo, índice de forma e conectividade de fragmentos, resultando na identificação dos fragmentos mais notáveis e os mais vulneráveis, integradas por Análise de Multicritérios por Pesos de Evidência.

Observou-se a concentração de paisagens notáveis de vegetação na área central e sudeste do Quadrilátero, correspondente em sua maior parte às Serras do Gandarela, Serra da Moeda e Serra do Caraça. Por outro lado, as áreas ao sul e ao norte do Quadrilátero, além das áreas próximas aos centros urbanos, se mostraram mais suscetíveis à transformação, devido ao maior isolamento dos fragmentos. Avalia-se o método de cálculo das métricas da paisagem como importante recurso de análise da paisagem, pois favorece a identificação de padrões e o entendimento da dinâmica de uma região geográfica.

Aos estudos sobre vegetação se somaram os estudos sobre importância hídrica. Foram mapeadas as áreas de concentração de drenagem e as áreas de potencial recarga, considerando porosidade segundo a geologia, declividades, altimetria, usos do solo, presença de cabeceiras e presença de cursos d´água. Analisados os eixos de classificação da vegetação e do potencial hídrico, eles foram integrados por Análise Combinatória, resultando na identificação das Unidades de Paisagem Ambiental do Quadrilátero Ferrífero.

Entende-se a Análise de Multicritérios, tanto por Pesos de Evidência como por Análise Combinatória, como método defensável de suporte à de tomada de decisões, capaz de avaliar diferentes variáveis e a integração entre elas, a fim de se obter uma relação hierárquica de interesses.

Introdução

Os estudos sobre paisagem e território devem compreender as relações do meio ambiente e sua dinâmica, abordando as potencialidade e vulnerabilidades relacionadas à ação antrópica, assim como sobre os valores culturais que elegem valores notáveis que tornam a paisagem parte da qualidade de vida. Para isso, é necessária uma visão integrada dos fatores físicos e biológicos de sistemas naturais e suas interações com os fatores socioeconômicos e políticos (SOARES FILHO, 1998).

Nesse sentido, os estudos da Ecologia da Paisagem, enquanto ciência multidisciplinar que busca interligar estudos da geografia e da ecologia com as questões relacionadas ao uso da terra e as relações humanas e seu espaço de vida, são uma ferramenta suporte para identificar alterações e condições existentes da paisagem, através da caracterização dos fragmentos no território, analisando a distribuição espacial e as formas por eles apresentadas (NUCCI, 2007).

A Ecologia da Paisagem é uma disciplina que propõe o estudo da estrutura, função e mudança de regiões heterogêneas, visando identificar padrões das alterações e estudar a dinâmica de uma região geográfica através de métricas da paisagem (MARTINS et al, 2004). Além disso, a Ecologia da Paisagem objetiva caracterizar os fragmentos mais adequados para a conservação ambiental e compor os arranjos espaciais necessários para alcançar a biodiversidade, o equilíbrio de espécies e o de fluxo gênico que constitui o mosaico da paisagem, de forma a permitir um equilíbrio entre as áreas verdes e a ocupação antrópica (FORMAN e GODRON, 1986; METZGER, 2001).

Os dados quantitativos da estrutura da paisagem são denominados como índices ou métricas da Ecologia da Paisagem. Ao quantificar a composição e configuração da paisagem, esses índices permitem a comparação entre paisagens ou entre a mesma paisagem em diferentes momentos. O objetivo é identificar os processos funcionais e os padrões ecológicos das paisagens, permitindo mensurar a distribuição espacial das manchas, avaliando tanto o fragmento individualmente, como a estrutura geral da área e o papel de cada fragmento no conjunto, no que tange ao tamanho, densidade, isolamento, distância, conectividade e complexidade da forma (LUCAS, 2011; ROCHA et al., 2016; ROCHA, 2019).

Neste sentido, este trabalho busca aliar as métricas de paisagem e a sua integração por Análise de Multicritérios, de forma a entender a configuração da paisagem identificando vulnerabilidades e potencialidades de uma região. Uma vez caracterizados os fragmentos de vegetação, é realizado processo de associação das análises das métricas com a análise de importância hídrica, resultando na identificação de tipologias de Unidades de Paisagem Ambiental do Quadrilátero

Ferrífero do ponto de vista da vegetação e dos recursos hídricos.

A Análise de Multicritérios é um método de análise espacial que se baseia na integração de dados segundo os objetivos de investigação, levando em consideração múltiplos critérios, realizando uma simplificação da complexidade espacial envolvida através de camadas de informação das principais variáveis que caracterizam o fenômeno (MOURA, 2016; ROCHA et. al, 2018).

Assim, através do reconhecimento de padrões da paisagem, o trabalho apresenta um roteiro reproduzível para se identificar Unidades de Paisagem Ambiental do Quadrilátero Ferrífero referentes às áreas com paisagem notável e áreas que possuem maior vulnerabilidade de transformação. A escolha pela paisagem do Quadrilátero Ferrífero como objeto de análise se justifica devido à sua complexidade paisagística e à sua riqueza em recursos naturais e hídricos. A área é de nascimento e berço de importantes recursos hídricos, de serras que são referência para a paisagem de Minas Gerais e de transição entre a Mata Atlântica e o Cerrado, com destaque para a vegetação de campo rupestre que se localiza juntamente com as cristas das serras. (Fig. 01).

Fig. 01- Conjunto de serras e vegetação campo rupestre. Fonte: captura drone pelo Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG, 2020.

O Quadrilátero Ferrífero

O Quadrilátero Ferrífero (QF) é uma região complexa permeada pelos diferentes conflitos de interesses, isto porque é caracterizado pela presença de importantes recursos naturais e ambientais, é *genius loci** das paisagens de montanhas mineiras, de patrimônio cultural e da paisagem urbana colonial, é área de expressiva expansão urbana, além de ser importante área de exploração e produção mineral e, portanto, de grande valor econômico para Minas Gerais (CASAGRANDE, 2018).

***** *Genius Loci* é uma expressão proposta por Norberg-Schulz (1980) que foi adotada pela teoria da arquitetura para definir a interação entre lugar e identidade, considerando o valor ou o espírito do lugar

O Quadrilátero Ferrífero encontra-se na porção centro-sudeste de Minas Gerais e ocupa uma área de aproximadamente 12.000 km² composta por 28 municípios, incluindo a capital, Belo Horizonte. A presença de espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção, de sítios paleontológicos e históricos, os atributos geológicos e geomorfológicos, o potencial turístico e hídrico, são alguns dos aspectos que indicam a inquestionável relevância do QF. Quanto ao aspecto socioeconômico, a população dos municípios da área corresponde a cerca de 20% da população do estado. Desde a descoberta do ouro em fins do século XVII, a região do Quadrilátero Ferrífero abriga a maior concentração urbana do estado de Minas Gerais. A capital do estado está localizada a norte na região, com cerca de 2,4 milhões de habitantes. (AZEVEDO et al, 2012).

O Quadrilátero Ferrífero não é um território administrativo oficial, porém tem suas particularidades como província mineral. O limite do QF utilizado neste trabalho corresponde às divisas dos municípios que são interceptados pelas cristas do corpo ferrífero e pela formação geológica definida por Dorr (1969). No entanto, o mapeamento do mencionado pesquisador foi realizado somente sob o ponto de vista geológico, em recorte menor, ao passo que a delimitação aqui adotada considerou os limites administrativos municipais, considerando unidades espaciais para as quais seriam aplicáveis ações de planejamento. Este recorte de estudo foi inicialmente definido pelas pesquisas do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG, justificado pelo fato de que seria mais útil ao planejamento regional e territorial se as abordagens acontecem nos recortes já usados no planejamento, ou seja, os limites municipais. No caso em estudo, na soma das áreas municipais (Fig. 02).

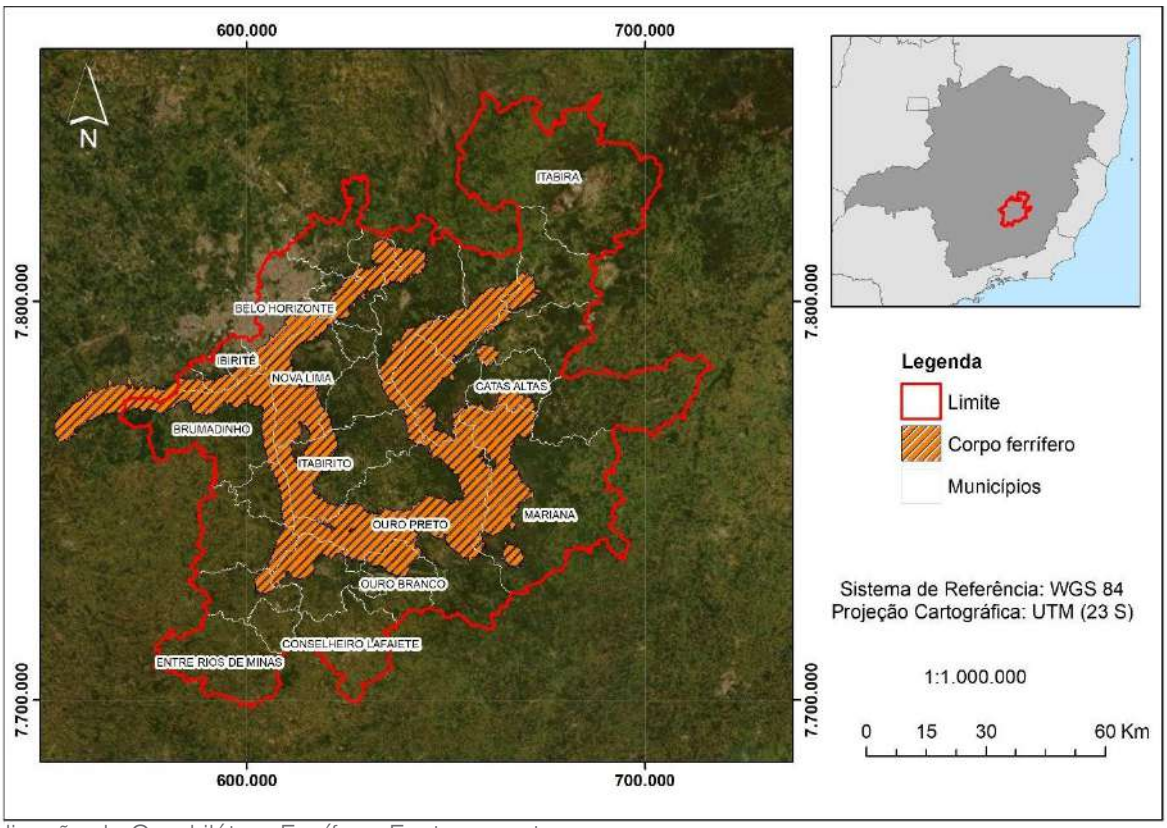


Fig. 02 - Localização do Quadrilátero Ferrífero. Fonte: os autores.

Classificada como “Área de Importância Biológica Especial” pela Fundação Biodiversitas (2005) a região do Quadrilátero Ferrífero é considerada como prioritária no que se refere à conservação da biodiversidade do Estado. Isto porque as florestas e os campos dessa região são de grande relevância para a manutenção da flora e fauna silvestres, sobretudo quando consideradas as espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção (ALBERTI et al, 2015).

Atualmente, a Serra do Gandarela é um dos últimos remanescentes físicos e naturais em bom estado de conservação presente no Quadrilátero Ferrífero. A região é de grande importância devido à existência de campos de recarga de aquíferos, sua morfologia heterogênea, flora com espécies de Campos, Cerrado e Mata Atlântica, remanescentes de matas primárias, além da existência de patrimônios geológicos (FONSECA, 2014).

Por ser uma região de conflitos de interesse, busca-se com este trabalho identificar as Unidades de Paisagem Ambiental do Quadrilátero Ferrífero, como contribuição a estudos de proposição de planejamento estratégico, visando proteção ou requalificação de fragmentos de vegetação, com destaque para a presença de potencial hídrico. Neste artigo, no que se refere ao estudo da vegetação, serão levadas em consideração as métricas da paisagem calculadas a partir dos dados de cobertura do solo referentes ao Campo Rupestre e Floresta, a segunda como parte da Mata Atlântica, por serem os principais componentes da vegetação local.

Os ecossistemas florestais são de fundamental relevância para a biodiversidade global, além de contribuírem para os ciclos biogeoquímicos, para o controle de qualidade da água, bem como para o sequestro de carbono. O número de árvores de uma região pode orientar práticas de manejo florestal, além de orientar a tomada de decisões dos setores público e privado, por exemplo no que se refere à gestão sustentável ambiental e sustentável da terra. Portanto, foi realizado o cálculo do número de árvores e de CO2 no Quadrilátero Ferrífero através do método utilizado por Moura e Freitas (2021), baseado nos mapas Crowther Nature Biome Map (Crowther et al, 2015); e no mapa Global Aboveground and Belowground Biomass Carbon Density (Spawn et al, 2020), para o cálculo de densidade de carbono abaixo e acima do solo.

O mapa de Crowther e colegas (2015), o “Nature Biome”, possibilita identificar a quantidade de árvores dentro de um pixel de qualquer local no mundo. Os pixels, de 30 seg x 30 seg, equivalem a cerca 900 x 900 metros (variando com a latitude), o que é cerca de 0,81 Km^2 de área. Já os mapas de Spawn e colegas (2020), “Global Aboveground and Belowground Biomass Carbon Density, apresentam a quantidade de carbono da biomassa viva acima do solo, a qual inclui o carbono armazenado em tecidos de plantas vivas acima da superfície da terra (caules, casca, galhos); e a biomassa viva localizada abaixo da superfície da terra (raízes). Neles o pixel de

mensuração é de 0.0027 graus x 0.0027 graus, o que resulta em cerca de 300 x 300 metros (variando segundo a latitude) ou cerca de 0,09 km2.

Para o estudo de caso foram separados os fragmentos de cobertura vegetal de campo rupestre e os fragmentos de floresta. Para cada tipo foram computados a quantidade de árvores fazendo a interseção com os mencionados mapas globais de Crowther e colegas e Spawn e colegas. Foram identificados no Quadrilátero Ferrífero cerca de 3954,31 Km² de área com árvores, o equivalente a 175.814.543 árvores, isto é, uma média de 44.461 árvores por Km². A maior parte da vegetação robusta da área é composta por Florestas da Mata Atlântica, e o restante por Campo Rupestre, cerca de 760 Km². Isso ocorre, em razão da tipologia de vegetação de cada bioma, uma vez que a floresta tem maior quantidade de árvores que o campo rupestre. (Tabela 01).

			Nature Biome Map	Global Map Carbon Density	
Vegetação	Área (hectares)	Área (Km²)	Árvores (qtde)	CCO2 above ground (Mgc)	CCO2 below ground (Mgc)
Vegetação expressiva total	395.431	3.954,31	175.814.543	21.085.648	9.308.161
Campo Rupestre	76.004,7	760,047	25.069.432	1.665.559	2.126.398
Floresta (Mata Atlântica)	319.426	3.194,26	150.745.111	19.420.089	7.181.763

Tabela 1 - Quantidade de árvores e CO2 por tipologia de vegetação - Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Morais, 2022.

Metodologia

O trabalho se baseia inicialmente na abordagem sobre cobertura vegetal, separada segundo as tipologias de campo rupestre e floresta (Mata Atlântica), e caracterizada segundo os princípios de Ecologia da Paisagem para fins de classificação da importância e da vulnerabilidade dos fragmentos existentes. Ele tem continuidade com os estudos sobre recursos hídricos, mapeados segundo a concentração de drenagens e segundo a capacidade de recarga, o que resulta na classificação de importância hídrica. Finalmente, o trabalho faz a integração entre estudos de vegetação e estudos de recursos hídricos, resultando nas Unidade de Paisagem Ambiental.

Metodologia para Tipologias de Paisagem segundo a Vegetação

Primeiramente, para identificar as classes utilizadas, foi obtido o mapa de cobertura do solo do IDE-SISEMA e feita uma reclassificação para obter as classes

que foram utilizadas no presente artigo, sendo elas os Campos Rupestres e a Floresta (Mata Atlântica). A opção pelo uso de uma camada de dados já previamente elaborado se justifica pela intenção de trabalho com dados oficiais, embora já tivéssemos também realizado uma classificação de alta qualidade com o emprego de imagens RapidEye em resolução espacial de 5m e por processamento digital de imagens. O fluxograma indica as etapas metodológicas no desenvolvimento do estudo (Fig. 03).

Fig. 03 – Fluxograma metodológico – Tipologias de paisagem segundo vegetação. Fonte: Os autores.

Optou-se por analisar separadamente a classe Campos Rupestres e Mata Atlântica, por se entender que cada ecossistema representa uma importância distinta, tendo diferentes características de fauna e flora. (Fig. 04).

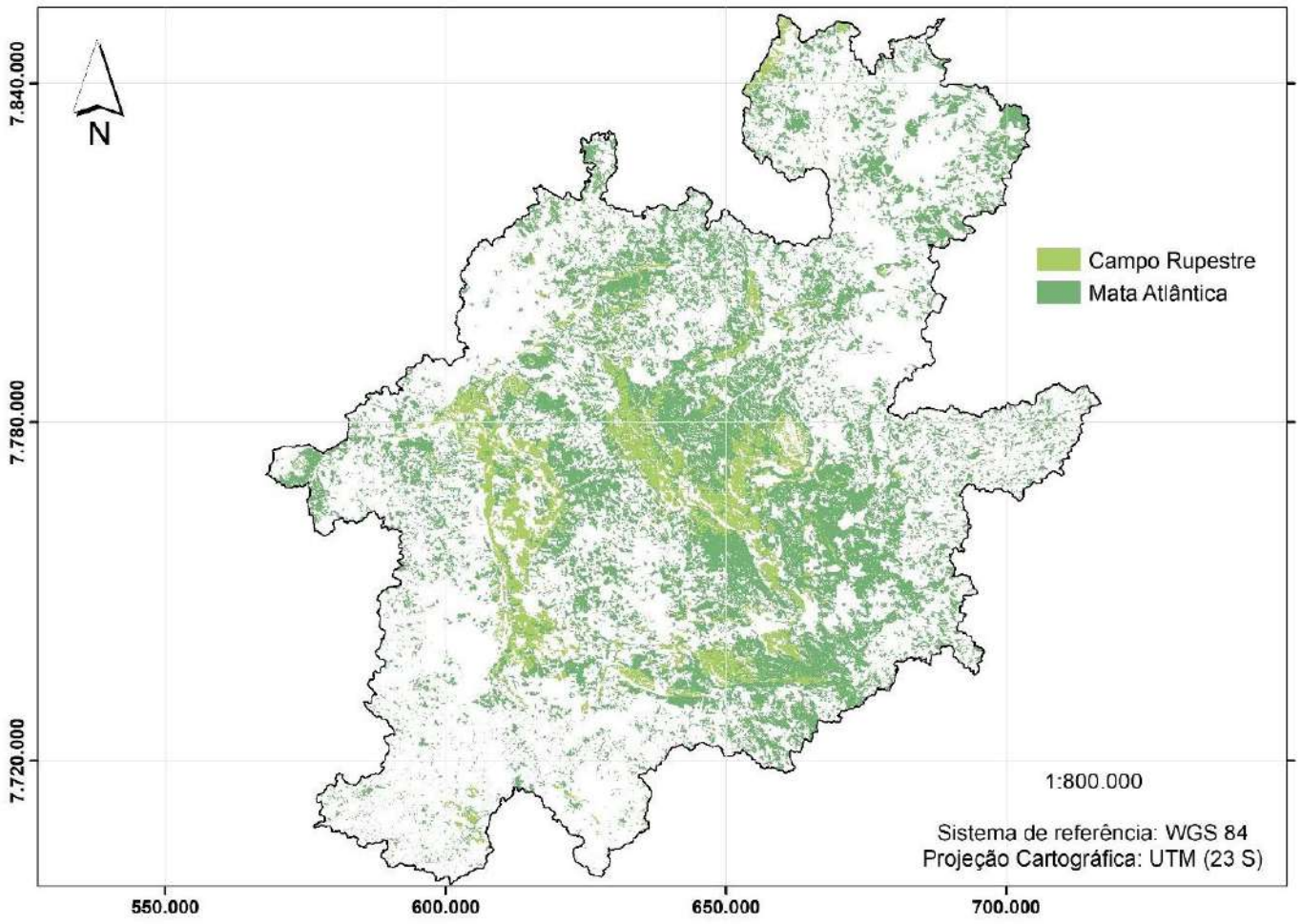


Fig. 04 – Classes de Cobertura do Solo. Fonte: Os autores.

Entre o conjunto de métricas indicadas pelos estudos de Ecologia da Paisagem foram escolhidas três, em virtude de estudos anteriores que as indicaram como as variáveis "drivers", indicadoras principais das condições dos fragmentos (FONSECA, RIBAS e MOURA, 2016; ROCHA, BORGES e MOURA, 2016). As principais métricas de paisagem utilizadas foram extraídas a partir das categorias de Área, Forma e Conectividade (Fig. 05). Esta etapa foi realizada no software ArcGis/ ArcMap, com as extensões Patch e V-Late Beta 2.0.

Fig. 05 - Métricas da paisagem - (a) – área núcleo: o fragmento da esquerda possui núcleo menos robusto que o da direita em função do alongamento da forma e proximidade da área interna às bordas; (b) – índice de forma: relação perímetro/ área que torna o fragmento da direita mais exposto a transformações, (c) – conectividade: favorecimento do *stepping-stones.* Fonte: Moura, 2010.

Uma vez compostos os mapas com as métricas individuais, foi feita a etapa de Análise de Multicritérios através do método de Pesos de Evidência, gerando um índice classificatório para identificar unidades de paisagem de acordo com o grau de importância de preservação da vegetação no Quadrilátero Ferrífero. O estudo também é aplicável para a escolha de áreas para requalificação, uma vez indica uma hierarquização entre os fragmentos mais qualificados e protegidos versus os mais fragilizados e em risco de transformação.

Metodologia para Tipologias de Paisagem segundo a Hidrografia

A questão hídrica é outro recurso de destaque no Quadrilátero Ferrífero, visto que é uma região com presença das cabeceiras de importantes bacias hidrográficas, a do rio São Francisco e do rio Doce (rio das Velhas e rio Paraopeba), fundamentais para o abastecimento de água de Belo Horizonte e de municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). A relevância de abastecimento resultou na criação da Área de Proteção Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA Sul RMBH) com a finalidade de preservação dos mananciais superficial e subterrâneo (MOURÃO, 2007).

Para a classificação do nível de importância hídrica foram consideradas as variáveis de potencial de recarga e de densidade de drenagem. A densidade de drenagem é um importante parâmetro da análise morfométrica de bacias hidro-

gráficas, pois considera fatores como regime de chuvas, relevo, capacidade de infiltração do solo e resistência inicial à erosão (HORTON, 1945). A densidade de drenagem foi obtida a partir do cálculo da rede de drenagem, seguida da análise de concentração espacial de elementos e classificadas em baixa, média e alta densidade de acordo com as áreas mais capilarizadas quanto à presença de corpos hídricos. Finalmente, obtidos os mapas de densidade de drenagem e de potencial de recarga, eles foram integrados por Análise de Multicritérios baseada em Análise Combinatória (Fig. 06).

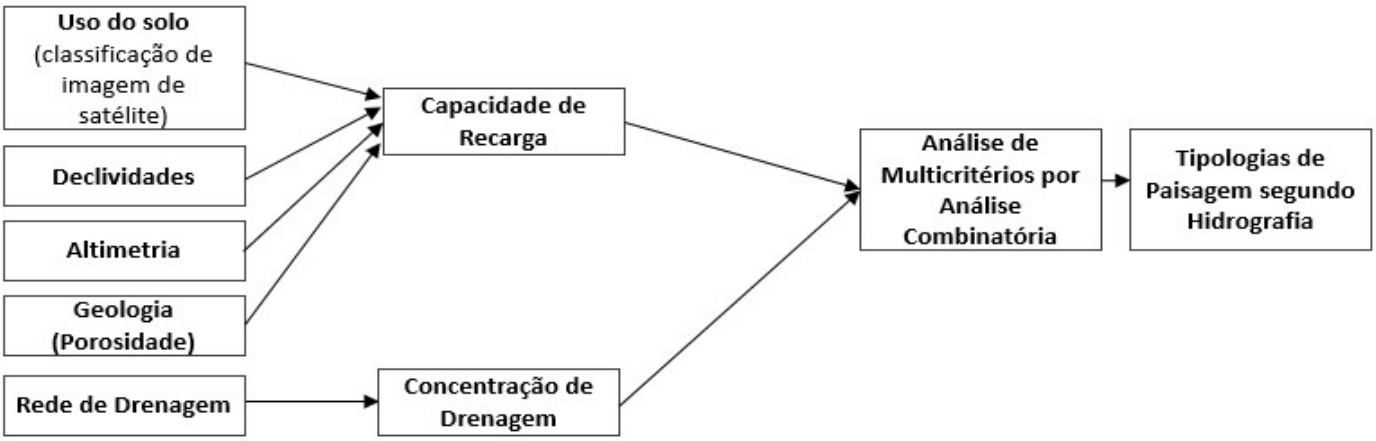


Fig. 06 – Fluxograma metodológico – Tipologias de paisagem segundo hidrografia. Fonte: Os autores.

A Análise Combinatória se diferencia da Pesos de Evidência por não resultar, necessariamente, em um ranking hierárquico relativo do pior para o melhor, do mais vulnerável ao de maior potencial. Pode até acontecer da legenda ser uma relação classificatória, mas ela resulta ad possível combinação de mapas par-a-par, interpretando as categorias que podem ser formadas e, eventualmente, fazendo agrupamentos de interesse.

Desenvolvimento

O estudo foi desenvolvido nas etapas de métricas de cobertura vegetal seguida da integração para obtenção de tipologias de unidades de paisagem segundo a cobertura vegetal. Em paralelo foi desenvolvido o estudo sobre o potencial hidrográfico da área, considerando a presença de recursos e o potencial de recarga, para se compor o mapa de tipologias de paisagem segundo hidrografia. Finalmente, os eixos de investigação são combinados para se obter as Unidades de Paisagem Ambiental.

Análise das Métricas Da Vegetação

1) Área núcleo

A área núcleo foi definida como a área interna localizada a uma distância de

500 metros da borda do fragmento, o que significa um núcleo protegido das intervenções das áreas limítrofes. A métrica de área núcleo permitiu calcular quais fragmentos possuem área interna protegida, sinalizados pela cor vermelha (Fig. 07). Neste sentido, estes fragmentos são de grande relevância, pois estão mais protegidos às ações externas do efeito de borda, que estariam relacionados aos riscos de alterações na estrutura. Sendo assim, são fragmentos que devem ser priorizados na definição de paisagens de vegetação mais notáveis do Quadrilátero Ferrífer

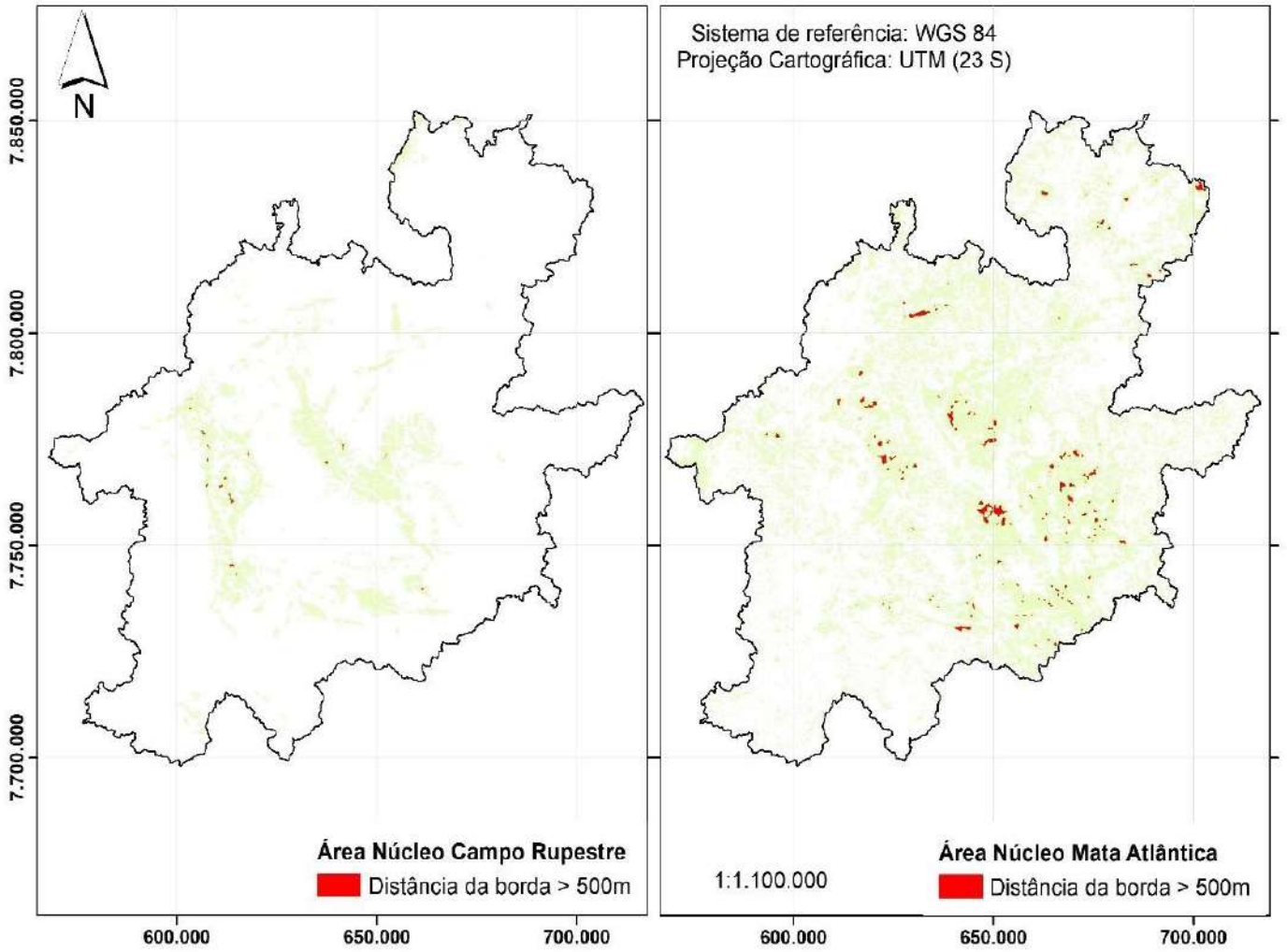


Fig. 07 - Métrica de área núcleo. Fonte: Os autores.

A partir dos dados de área núcleo são identificadas as regiões com menor ou maior presença de área interna protegida das regiões de mata e campo rupestre. Assim, as regiões que possuem área nuclear com a distância da borda maior que 500 m, são as que possuem um núcleo mais protegido. Uma vez localizados os núcleos, foram selecionados os fragmentos que possuem estas condições, hierarquizados segundo o número de áreas núcleo contidas nos mesmos (Fig. 08).

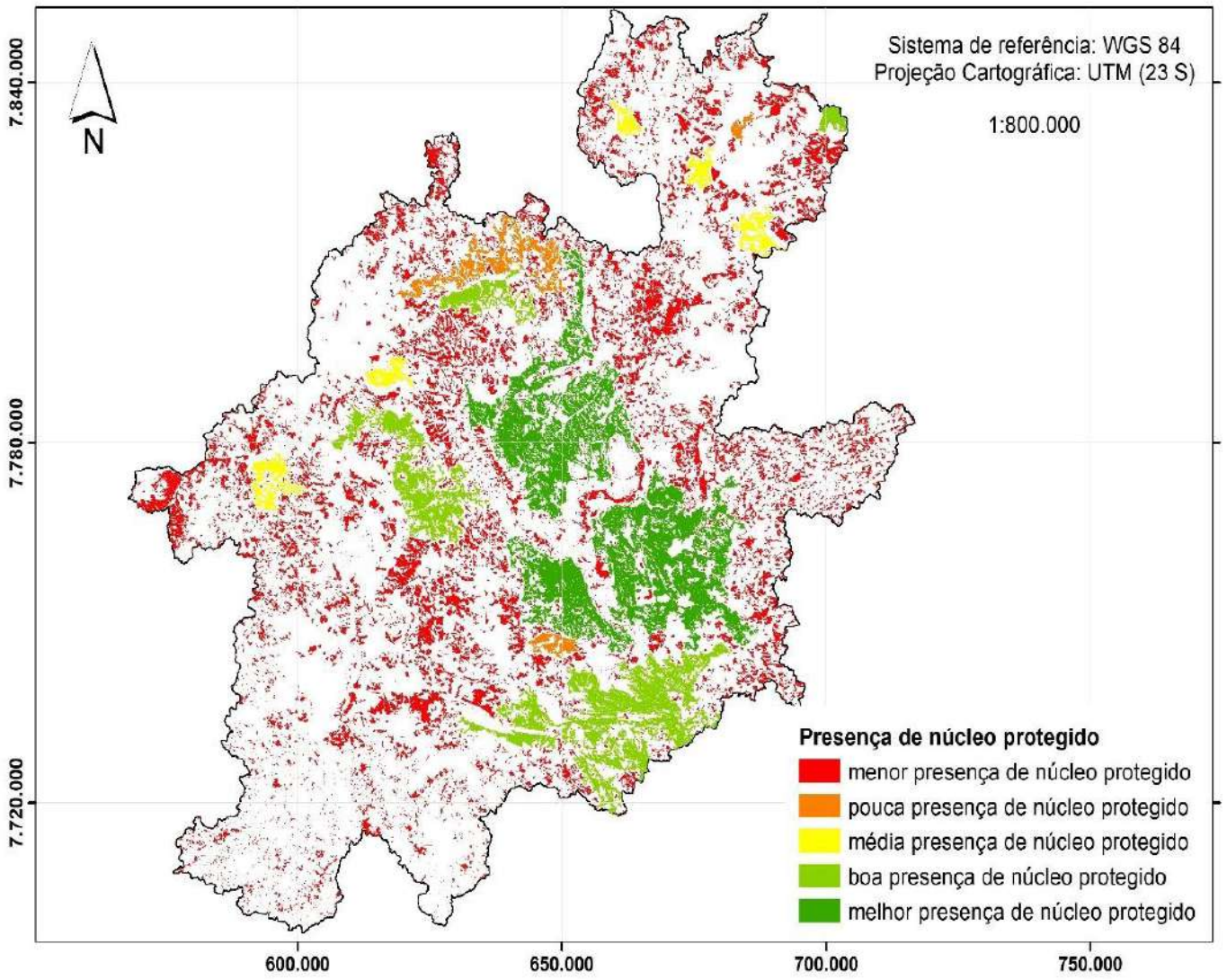


Fig. 08 - Presença de núcleo protegido. Fonte: Os autores.

2. Forma - Índice de forma

O objetivo de analisar o índice de forma é verificar se os fragmentos possuem problemas ocasionados pelo efeito de borda. O índice é calculado pela relação entre perímetro e área, e quanto mais próximos de 1, mais regulares ou mais circulares são os fragmentos e quanto mais distantes de 1, mais irregulares e mais propícios ao efeito de borda. (FORMAN, 1995).

Neste sentido, quando mais regular for sua forma, maior será a área interna do fragmento e menor será a interação com a matriz circundante. Por isso, estará também menos propensa ao efeito de borda. Sendo assim, entende-se que quanto mais próximo de 1 for o índice de forma, mais regulares e protegidos são os fragmentos. Em um grau de importância, os fragmentos com índice de forma próximos a 1 (verde escuro) são mais notáveis que fragmentos muito irregulares (verde claro), que possivelmente já estão sujeitos às ações externas do efeito de borda. (Fig. 09).

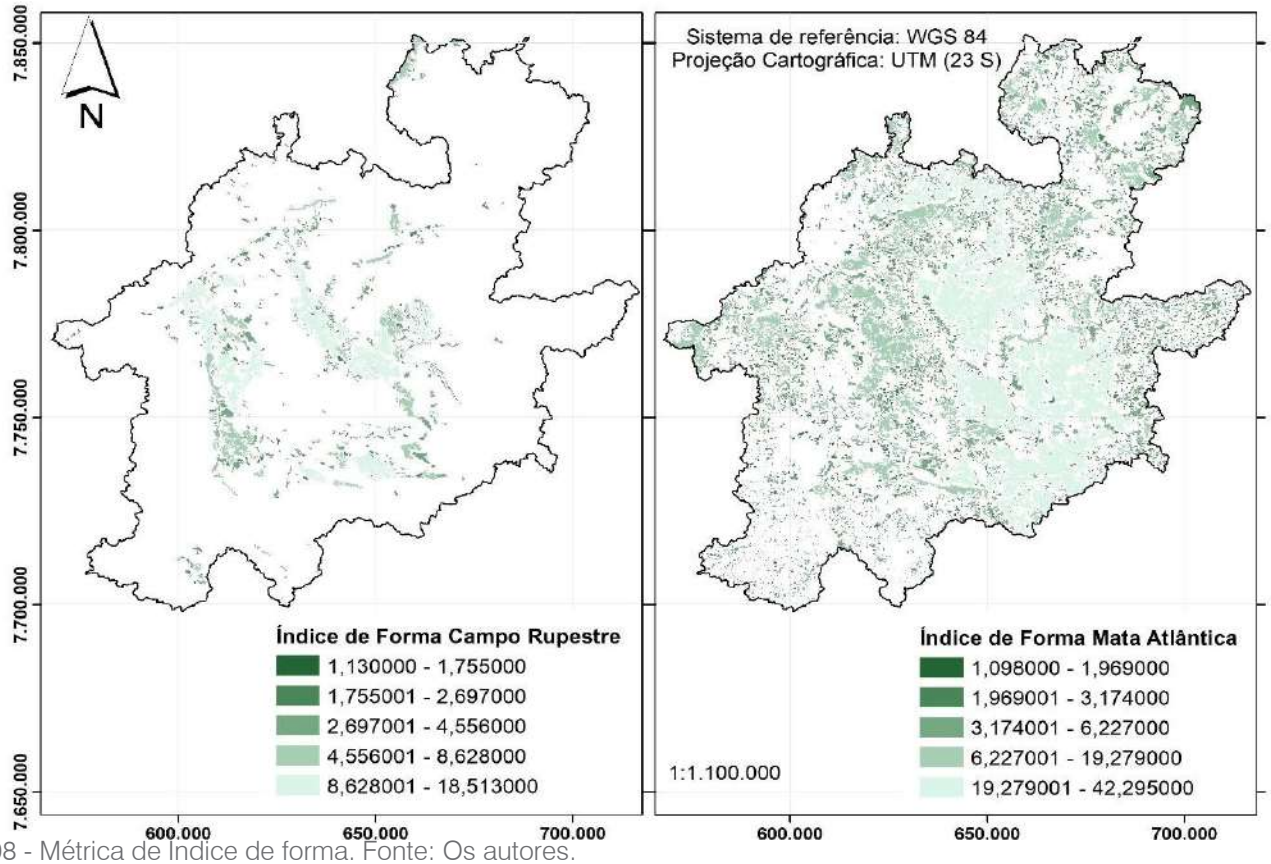


Fig. 08 - Métrica de Índice de forma. Fonte: Os autores.

A partir dos dados da métrica de índice de forma, foram identificados os fragmentos com formato irregular, pouco regular e regular das regiões de floresta (Mata Atlântica) e campo rupestre. Neste sentido, quanto mais regular for o fragmento, mais protegido estará ao efeito de borda. (Fig. 10).

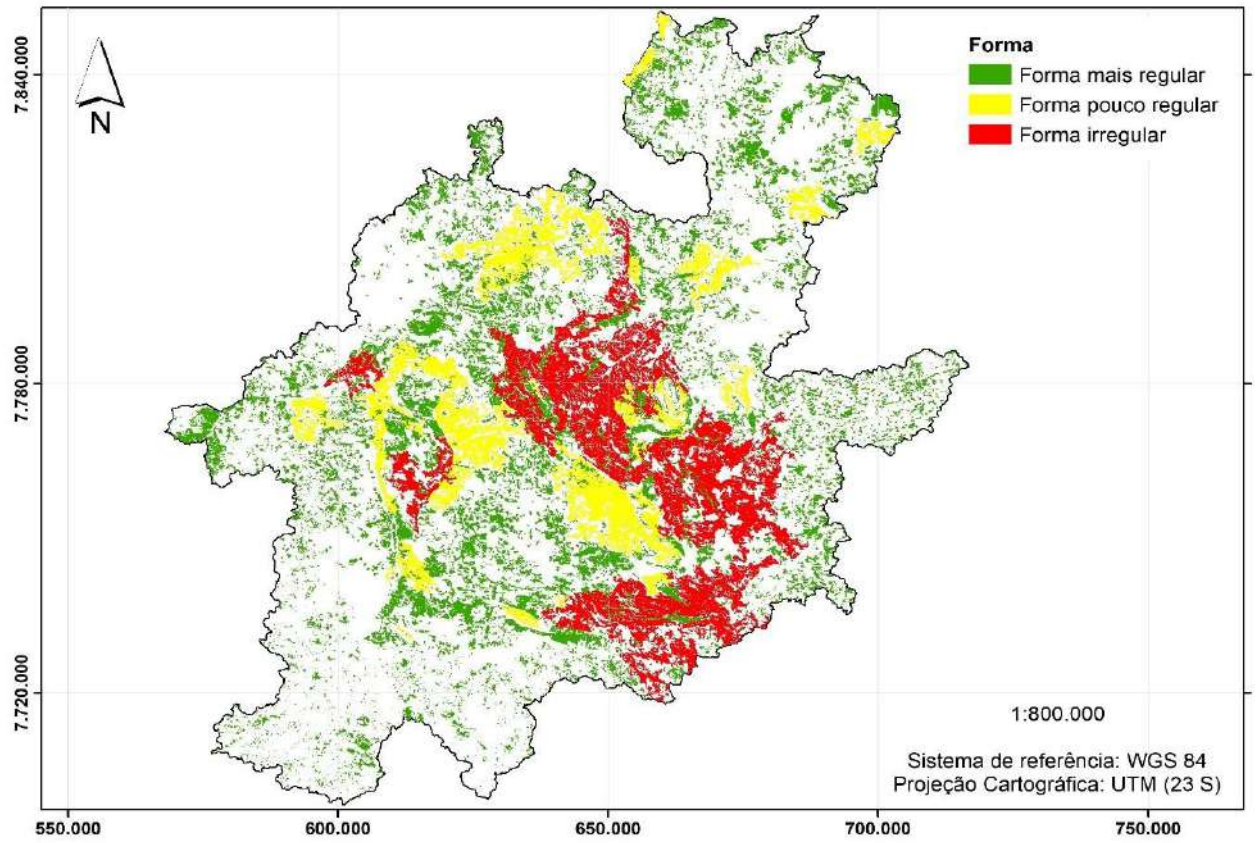


Fig. 10 - Índice de Forma. Fonte: Os autores.

3. Conectividade

Por último, analisou-se a paisagem de acordo com a categoria conectividade. Para isso, foi calculado quantos 'fragmentos vizinhos' existem em uma área de influência (buffer) de 200 m a partir da borda de cada fragmento. Neste sentido, quanto menor a quantidade de fragmentos vizinhos a esta distância de 200 m, mais isolado é o fragmento e mais susceptível às ações externas e à perda de diversidade ambiental, pois não favorece o fluxo gênico entre as áreas. Quanto maior for o número destes fragmentos vizinhos, mais protegidos eles estão e mais rica a condição de fluxo gênico.

A partir dos dados da quantidade de fragmentos vizinhos em uma distância (buffer) de 200m de cada fragmento, identificou-se um ranking de conectividade tanto das regiões de floresta como de campos rupestres. Como resultado foram identificadas regiões com muito baixa conectividade; baixa conectividade; média conectividade; alta conectividade e muito alta conectividade. As cores vermelhas e laranja representam fragmentos mais isolados, enquanto as cores verde claras e escura representam fragmentos mais protegidos (Fig. 11 e Fig. 12).

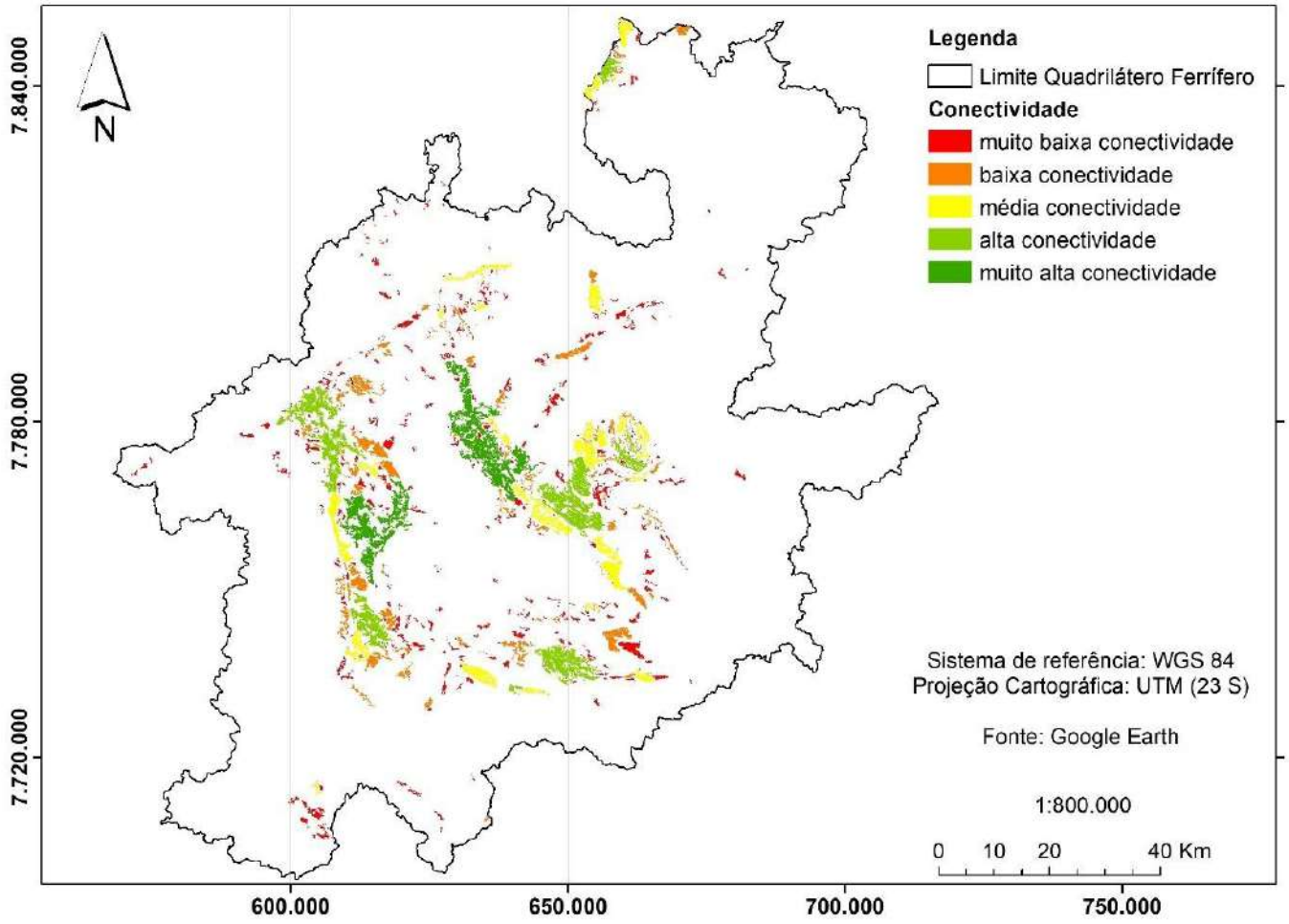
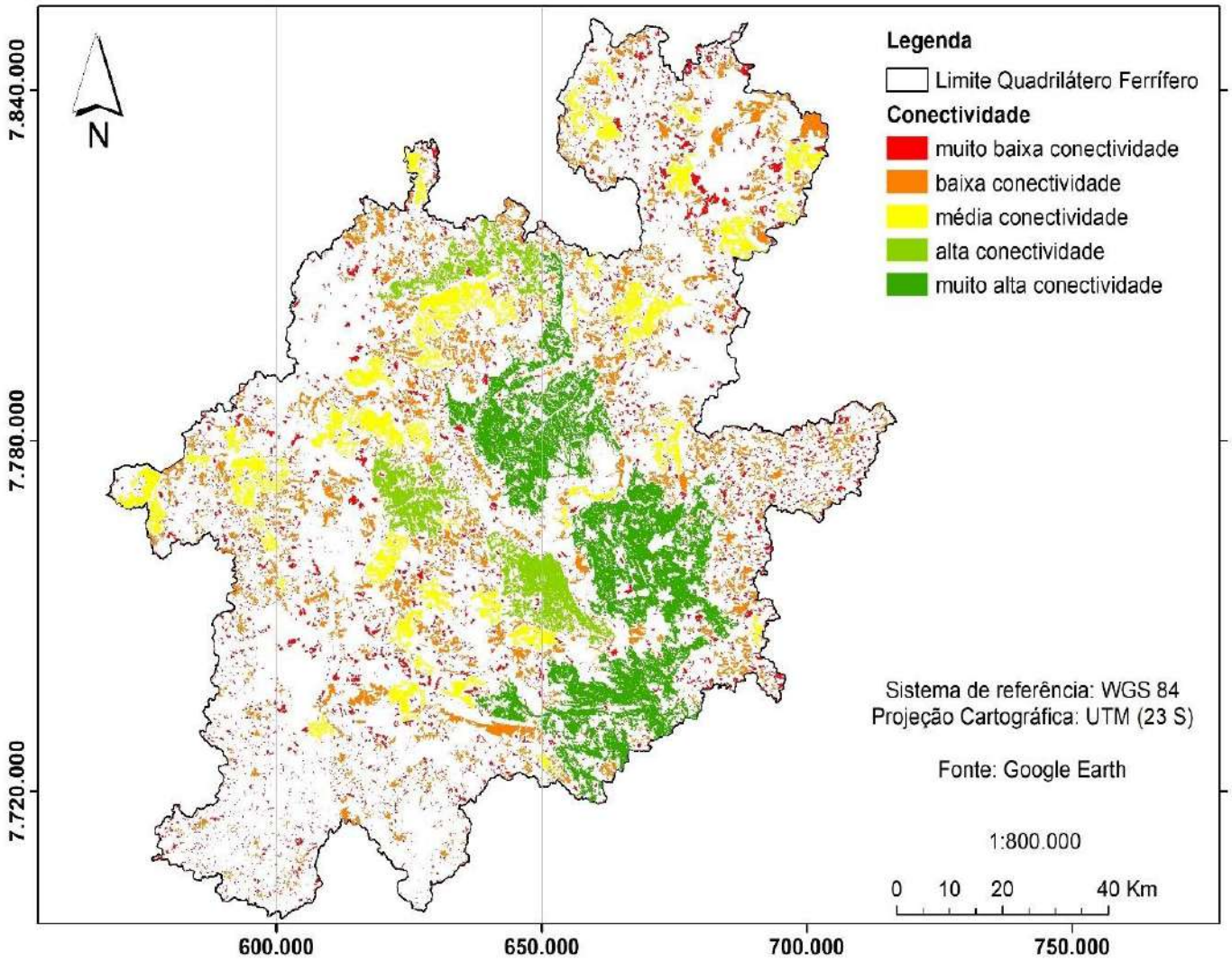


Fig. 11 - Conectividade Campo Rupestre. Fonte: Os autores.



Análise de Multicritérios para Integração de Métricas de Vegetação

A Análise de Multicritérios é um método de análise espacial que tem sido amplamente utilizado principalmente nos últimos vinte anos de modo digital (embora já tenha sido empregada de modo analógico nos anos 60 por McHarg, 1969). Ela se apoia na abordagem sistêmica e se baseia na integração de dados segundo os objetivos de análise, levando em consideração múltiplos critérios (MOURA, 2015).

Na Análise de Multicritérios, a etapa de integração de variáveis pode ocorrer principalmente pelos métodos de Análise Combinatória e de Pesos de Evidência. No primeiro, a combinação das variáveis ocorre par a par, de forma gradual à medida que o pesquisador vai julgando o processo e propondo novas combinações. No segundo método é feita a integração de todas as variáveis ao mesmo tempo, associando a cada uma com um peso de importância definido, e obtendo como resultado um ranking classificatório de um potencial ou de uma vulnerabilidade. Enquanto a Análise Combinatória resulta em uma classificação qualitativa e nominal (selecionando composições a partir dos objetivos de investigação), a integração por Pesos de Evidência resulta na hierarquização dos elementos espaciais analisa-

dos segundo os valores investigados, de modo que aqueles elementos espaciais de maior hierarquia se destacam no conjunto de variáveis estudadas, colocadas segundo a importância relativa de cada variável no conjunto.

Para a identificação das tipologias de acordo com o nível de importância da vegetação do Quadrilátero Ferrífero, a Análise de Multicritérios foi feita por Pesos de Evidência, método no qual os julgamentos das variáveis de interesse são feitos simultaneamente a partir de um peso de importância definido. Para isso, foram atribuídos pesos para cada variável (destacando os critérios mais importantes de modo relativo) e foram atribuídas notas para cada componente de legenda segundo o grau de pertinência. As notas de cada componente de legenda, que são as classes nos mapas de área núcleo, índice de forma e conectividade (Tabela 02).

Tipo	Área nuclear	Índice de Forma	Conectividade	Nota
Campo Rupestre	<500m	4,5 a 18,5	muito baixa/baixa	1
	>500m	1,13 a 4,5	média a muito alta	2
Floresta (Mata Atlântica)	<500m	6,2 a 42,2	muito baixa/baixa	1
	>500m	1,09 a 6,22	média a muito alta	2

Tabela 2 - Notas referentes às classes das métricas. Fonte: os autores.

A justificativa dos valores adotados foi atribuir para as classes com características mais importantes para a vegetação a nota 2. Classes com características menos importantes para a vegetação foram classificadas com nota 1. Como por exemplo, para classes com valores de índice de forma mais próximos de 1 (formas mais regulares e protegidas) foi atribuída nota 2, ao passo que para valores de índice de formas mais distantes de 1 (forma mais irregular e desprotegida) foi atribuída nota 1.

Uma vez atribuídas as notas para os componentes de legenda, coube definir os pesos para cada variável, para que se pudesse realizar a álgebra de mapas. A equipe decidiu que as variáveis teriam importância diferente, em função do conhecimento especialista sobre a área. A atribuição de pesos pode ser feita por data-driven ou por knowledge-driven, em processos de escuta ou de tomada de opiniões (Moura, 2007). Para este trabalho, a equipe julgou a métrica de conectividade como a mais importante, tendo peso igual a 50%. A métrica de forma foi considerada com peso 20% e a métrica de área nuclear, com peso 30%. A soma das três métricas resultam em 100% (Tabela 03).

Categoria	Peso
Área Nuclear	30
Forma	20
Conectividade	50

Tabela 3 - Pesos por métrica, em distribuição relativa de importância. Fonte: os autores.

Assim, combinando-se as variáveis geradas pelos cálculos das métricas de paisagem, de acordo com seu grau de importância, pôde-se obter as seguintes Unidades de Paisagem segundo a Vegetação do Quadrilátero Ferrífero (Fig. 13).

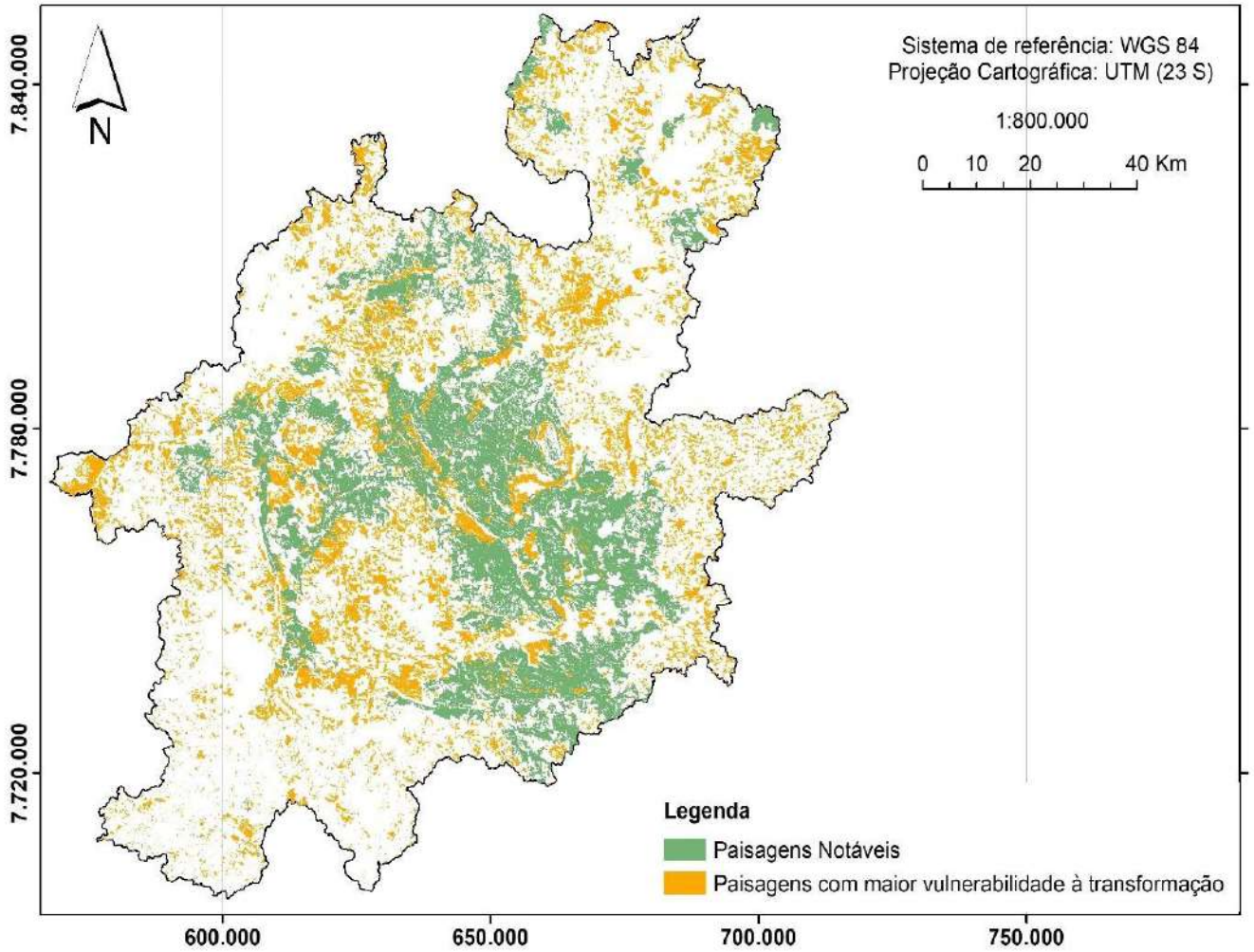


Fig. 13 - Mapa de Unidades de Paisagem Segundo Vegetação. Fonte: Os autores.

Os Recursos de Hidrografia

Foi preparado o mapa de rede de drenagem a partir de plataformas oficiais de dados espaciais, contendo informações relativas a pontos de cabeceiras, linhas de drenagem e polígonos de corpos d´água. A densidade de drenagem foi obtida a partir do cálculo da rede de drenagem, seguida da análise de concentração espacial de elementos e classificadas em baixa, média e alta densidade de acordo com as áreas mais capilarizadas quanto à presença de corpos hídricos (Fig. 14).

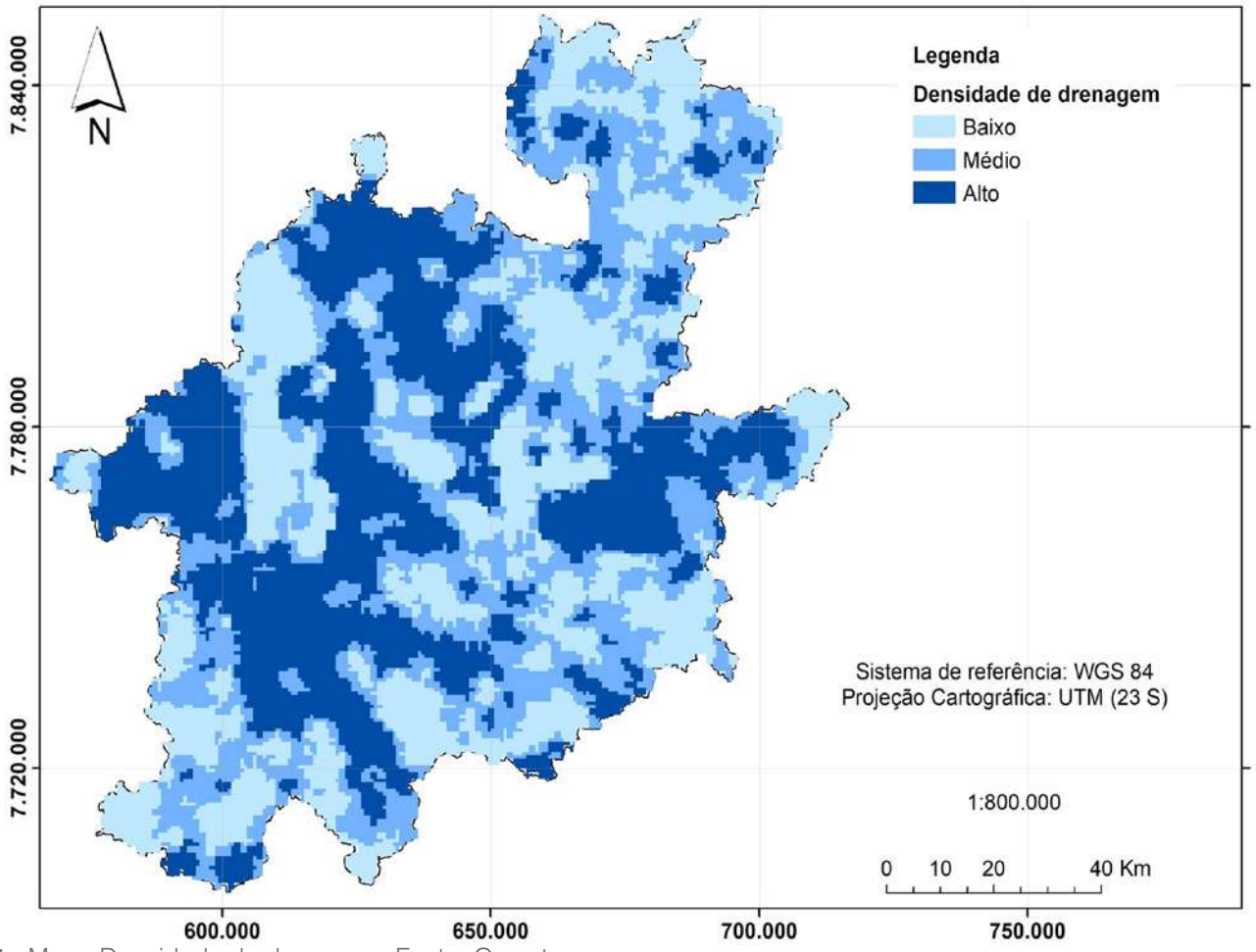


Fig. 14 - Mapa Densidade de drenagem. Fonte: Os autores

O Potencial de Recarga está associado à potencialidade do terreno em recarregar aquíferos através da infiltração de água no solo. É considerado um parâmetro de análise muito importante, pois a recarga de aquíferos auxilia diretamente na manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, na proteção hídrica e na disponibilidade de água (Fig. 15). Os dados foram obtidos a partir da Análise de Multicritérios por Pesos de Evidência, combinando-se dados de declividade, altimetria, potencialidade de contaminação do aquíferos segundo a geologia (porosidade), e o uso e cobertura do solo, cujo resultado é uma classificação quanto à potencialidade de recarga (Fig. 16).

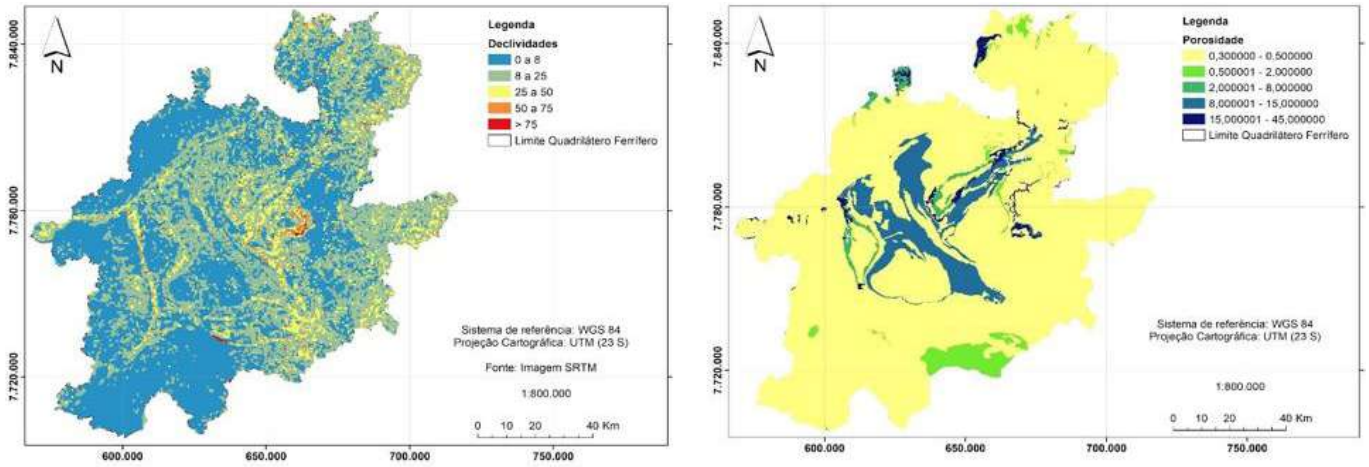


Fig. 15 - Mapa de Declividade e mapa de Porosidade. Fonte: os autores.

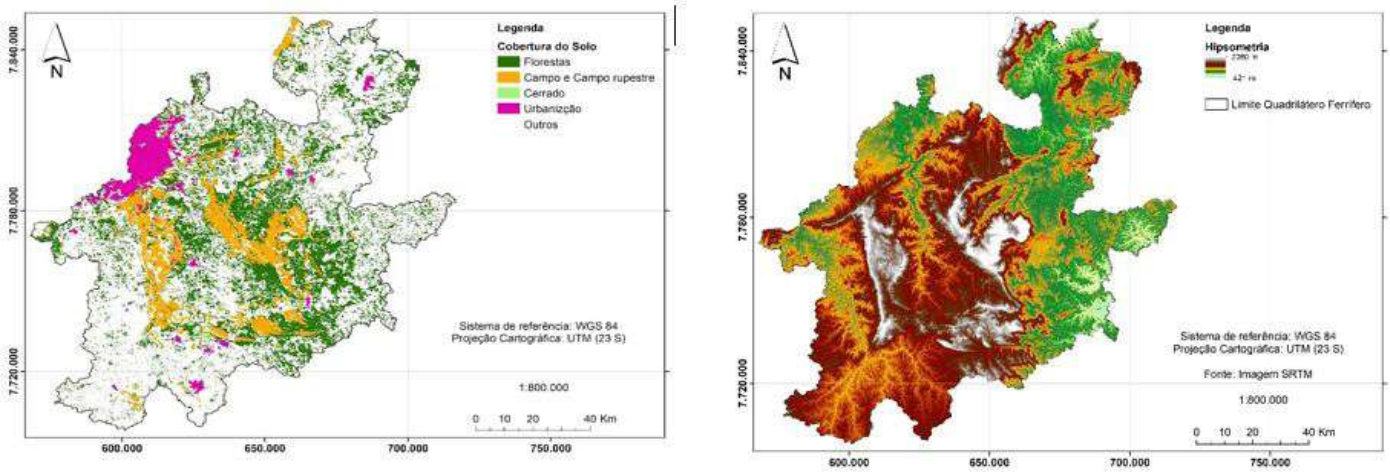


Fig. 16 – Mapa de Cobertura do solo e Mapa de Altimetria. Fonte: os autores.

Para este trabalho, a equipe julgou a porosidade como mais determinante no potencial de recarga, tendo peso igual a 50%., seguido dos dados de declividade com peso equivalente a 30% e o uso e Cobertura do solo com peso de 20% (Tabela 4).

Uso e Cobertura do Solo - Peso 20	Declividade (%) – Peso 30	Porosidade – Peso 50	Nota
Florestas	0 a 8	>15	5
Cerrado	8 a 25	8 a 15	4
Campo e Campo Rupestre	25 a 50	2 a 8	3
Outros	50 a 75	0,5 a 2	2
Urbanização	>75	0,3 a 0,5	1

Tabela 4 - Pesos por métrica, em distribuição relativa de importância (Potencial de Recarga). Fonte: os autores.

O mapa de Potencial de Recarga permitiu identificar que os principais pontos de recargas são os topos de morros, seguidos das encostas superiores (Fig. 17). A recarga dos aquíferos é algo especialmente importante nas áreas de mineração de ferro no estado de Minas Gerais. As áreas de "canga" estão particularmente associadas às formações ferríferas, e onde estão localizados os principais locais de exploração de ferro no país. Devido às suas características, as "cangas" apresentam alta concentração de espécies endêmicas e devido a sua disposição, em platôs, e a sua porosidade, são importantes áreas de recargas de aquíferos subterrâneos. Se retirada essa camada permeável, além da perda significativa de biodiversidade, ocorre também a diminuição da capacidade de recarga de aquíferos.

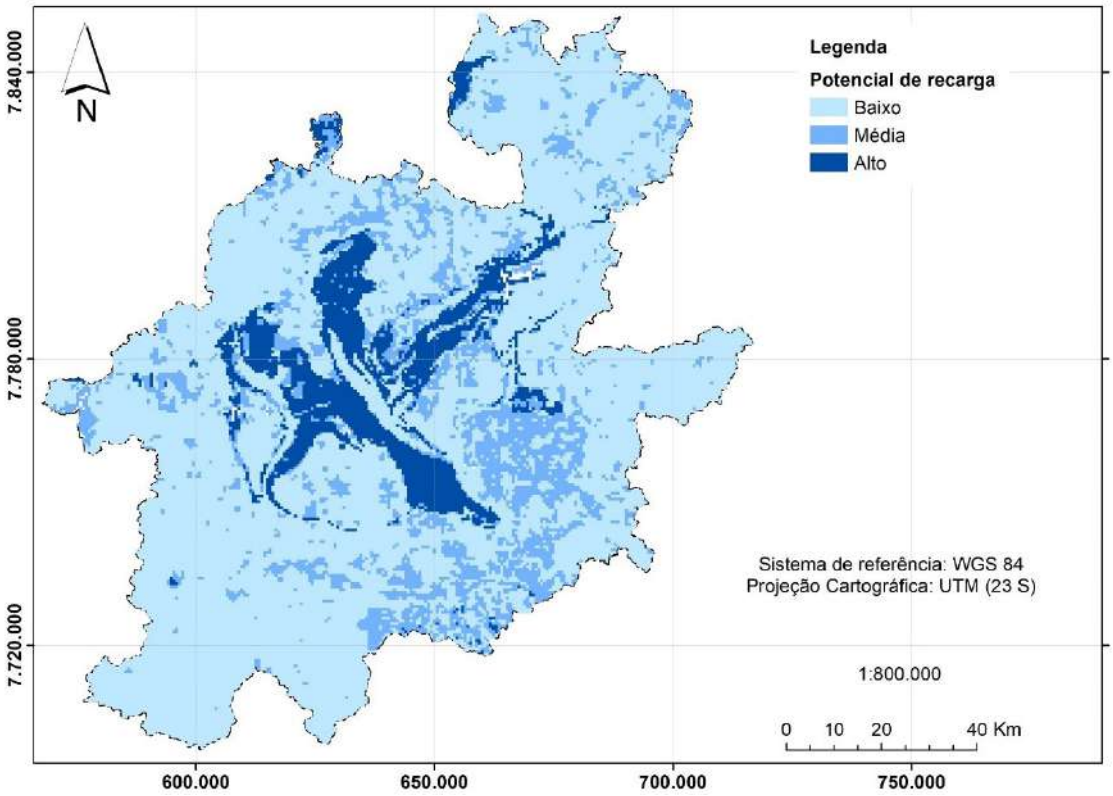


Fig. 17 – Mapa de Potencial de Recarga. Fonte: os autores

A avaliação da relação entre a densidade e potencial de recarga foi realizado o método da Análise Combinatória, que consiste na identificação das combinações possíveis entre as variáveis de análise. De modo a viabilizar o cruzamento das duas camadas e individualizar todas as relações entre elas foi aplicada a álgebra de mapas com um preparo para o reconhecimento das combinações. Após a soma de álgebra de mapas os valores resultantes foram analisados e classificados de acordo com seu grau de importância hídrica (Fig. 18). Um "baixo" potencial de recarga com baixa densidade de drenagem resulta em menor importância hídrica; "médio" potencial de recarga associado à média densidade de drenagem, resulta também média importância hídrica; "alto" potencial de recarga associado à baixa densidade de drenagem, resulta em média importância hídrica; e assim por diante (Fig. 19).

			Potencial de Recarga		
			Baixo	Médio	Alto
			0	2	4
Densidade	Baixa	0	0	1	2
	Média	6	3	4	5
	Alta	12	6	7	8

Menor importância

Média importância

Muito importância

Fig. 18 - Resultado análise combinatória. Fonte: os autores

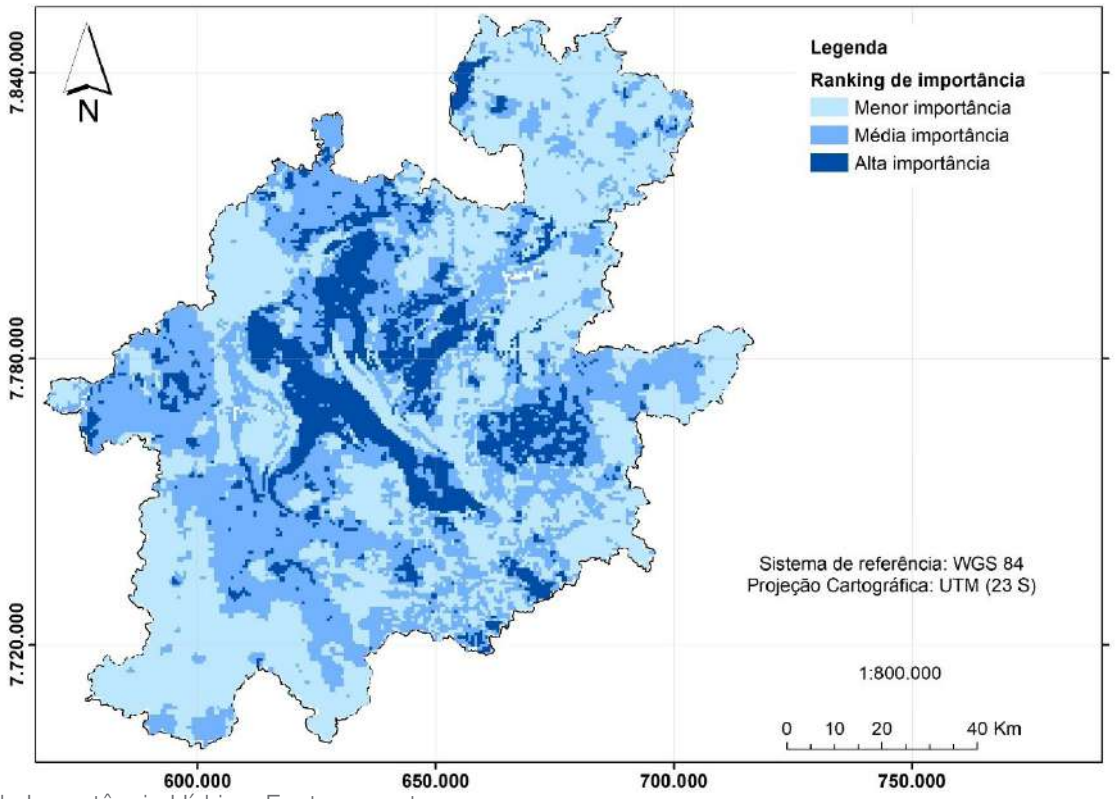


Fig. 19 -Mapa de Importância Hídrica. Fonte: os autores.

Síntese de Unidades de Paisagem Ambiental

As combinações geradas a partir relação das informações de Tipologias de Paisagem de Vegetação com os dados de Tipologia de Importância Hídrica permitiu a identificação das Unidades de Paisagem Ambiental da região do Quadrilátero ferrífero (Fig. 20, Fig. 21).

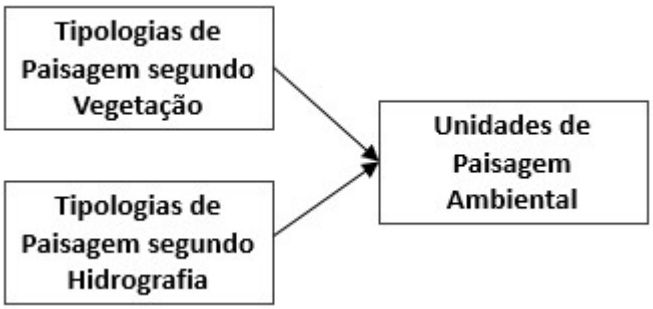


Fig. 20 – Integração de tipologias de paisagem de vegetação e de hidrografia, para composição das Unidades de Paisagem Ambiental. Fonte: os autores.

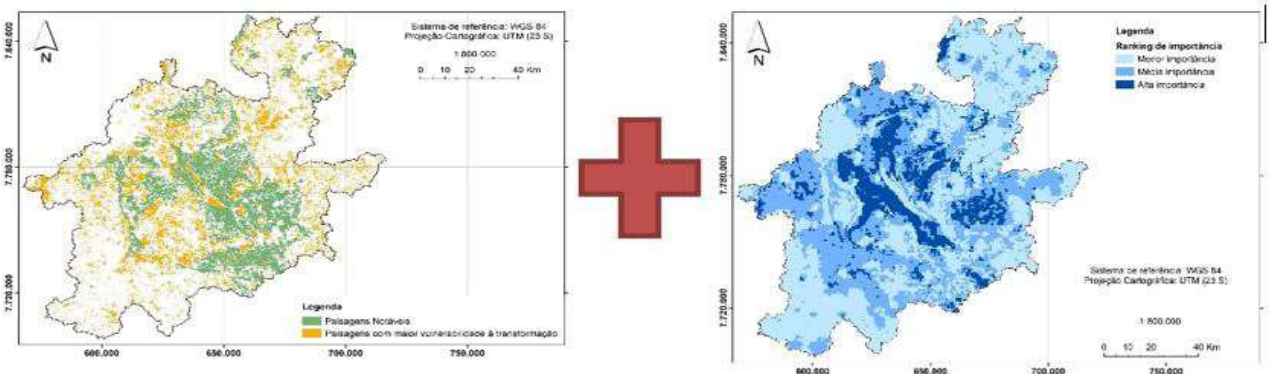


Fig. 21 - Metodologia para síntese de Unidades de Paisagem Ambiental. Fonte: os autores

Baseado em Análise Multicritérios segundo Análise Combinatória, teve como processo a integração de mapas, através da identificação de combinações existentes e da classificação qualitativa em categorias de interesse. Para as unidades de vegetação foram consideradas as categorias de notável, paisagem vulnerável e as áreas sem vegetação; e os dados de hidrografia foram consideradas as categorias de alta, média e baixa importância hídrica. Por Análise Combinatória foram classificados os tipos de Unidades de Paisagem Ambiental segundo os princípios de vegetação e hidrografia (Tabela 05).

			Hidrografia		
			Importância alta	Importância média	Importância baixa
			3	2	1
Vegetação	Paisagem notável	100	103	102	101
	Paisagem Vulnerável	200	203	202	201
	Sem vegetação	0	3	2	1

Tabela 5 – Análise Combinatória de Vegetação e Hidrografia, identificando tipologias de Unidades. Fonte: os autores.

As unidades de paisagem resultantes da combinação dos dados de vegetação e os dados de hidrografia para a região do Quadrilátero Ferrífero variam de paisagens com vegetação notável e alta importância hídrica às unidades de vegetação vulnerável e baixa importância hídrica (Fig. 22).

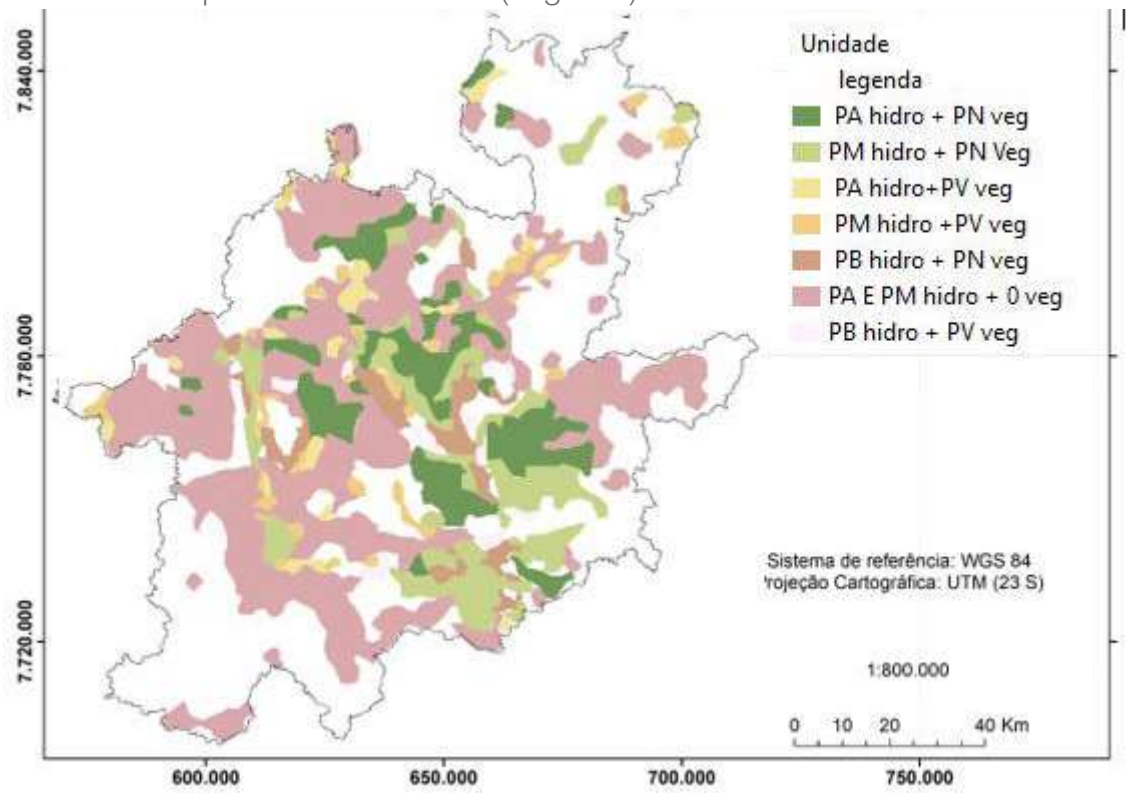


Fig. 22 – Unidades de Paisagem Ambiental (Vegetação e Hidrografia). PA – Alta importância hídrica, PM – Média importância hídrica, PB – Baixa importância hídrica; PN – Vegetação Notável, PV – Vegetação vulnerável, 0 veg – sem vegetação. Fonte: os autores.

Discussões e Conclusões

Os estudos da cobertura vegetal através da rede de seus fragmentos apresentaram-se como um recurso de valor para se conhecer as características de uma paisagem, através da identificação de padrões e da dinâmica de uma região geográfica. O presente trabalho alia os estudos das Métricas de Ecologia da Paisagem com a Análise de Multicritérios, apresentando o potencial da combinação dessas metodologias na identificação de unidades de paisagem, auxiliando pesquisadores e gestores na identificação de áreas que demandam maior atenção e que necessitam de políticas e projetos de preservação.

Com a combinação das duas metodologias foi possível identificar duas unidades principais no Quadrilátero Ferrífero no que tange à vegetação: paisagens notáveis de vegetação; e vegetação com maior vulnerabilidade à transformação e que precisam de atenção quanto a perda de áreas verdes.

No desenvolvimento do estudo das métricas da paisagem identificaram-se quais fragmentos possuem núcleos protegidos e quais possuem núcleos desprotegidos; fragmentos com forma mais regular e fragmentos que possuem forma mais irregular e mais suscetível ao efeito de borda; e, por último, quais fragmentos estão mais conectados entre si e quais estão mais desconectados.

Observou-se que os fragmentos com maior conectividade coincidem com os fragmentos com núcleo mais protegido, ambos presentes em manchas centrais do Quadrilátero. Contudo, os fragmentos com forma mais regular, são também aqueles fragmentos mais isolados (menor conectividade) e que possuem um núcleo pouco protegido. Percebe-se também que estes últimos fragmentos mais isolados, estão mais espalhados ao longo do Quadrilátero Ferrífero e são menores em área, se comparados com as grandes manchas verdes centrais.

Uma vez integradas as análises parciais das métricas por Análise de Multicritérios por Pesos de Evidência, observou-se uma concentração de paisagens notáveis de vegetação na área central e sudeste do Quadrilátero correspondente, em sua maior parte, às Serras do Gandarela, Serra da Moeda e Serra do Caraça. Por outro lado, as áreas ao sul e ao norte do Quadrilátero, além daquelas próximas aos centros urbanos, se mostraram mais suscetíveis à transformação. Reforça-se, a partir desta análise, a importância de manutenção das Unidades de Conservação, que são fundamentais para a proteção dos recursos naturais.

Realizados os estudos relativos à vegetação, foram incluídos os relativos à hidrografia. O Mapa de Importância Hídrica foi obtido da integração de mapas de concentração de drenagem e de potencial de recarga. Por Análise de Multicritérios segundo Análise Combinatória foram identificadas as áreas de alta, média e baixa

importância, em um ranking relativo. Cabe salientar que "baixa" importância não significa ausência de importância, mas sim a menor posição em uma escala hierárquica que tem como função destacar as áreas de maiores interesses quanto a recursos e potencialidades.

Uma vez realizados os estudos de unidades de vegetação e de unidades hídricas, eles são compostos nas Unidades de Paisagem Ambiental segundo vegetação e hidrografia. O processo metodológico utilizado é defensável e reproduzível. É defensável porque aplica modelo aberto de escolha de variáveis na forma de métricas de vegetação e da importância hídrica, de definição de notas na forma de classificação dos componentes de legenda e na decisão sobre os pesos relativos das variáveis envolvidas. São decisões que podem ser, a qualquer momento, revistas em etapas de calibração vis-à-vis com cada realidade e com os objetivos de investigação. Por este mesmo motivo são processos também reproduzíveis, pois um usuário pode obter com uma certa facilidade imagens de satélite e realizar suas classificações, caso não exista para o seu território uma classificação de cobertura do solo disponível, seguido da aplicação das métricas e das álgebras de integração, bem como realizar os processos relativos a densidade de drenagem, potencial de recarga e importância hídrica. No estudo de caso em questão foi utilizado o software ArcGis/ArcMap, mas os processos poderiam ser também executados com aplicativos gratuitos, a exemplo do QGis e do Fragstats.

Os resultados parciais e final obtidos se integram a outros estudos de análise de paisagem, sendo um primeiro passo para a caracterização das condições físicas e antrópicas da paisagem ambiental, do ponto de vista das tipologias de vegetação e suas condições de distribuição e arranjos espaciais, e do ponto de vista das condições de presença e potencialidades hídricas.

Referências Bibliográficas

ALBERTI, Gabriel A.; VICTORINO, Heloísa S. Detecção da expansão da barragem de rejeitos Maravilhas II (MG) por Subtração Simples de Bandas e Análise de Componentes Principais - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos - SP, 2015. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. p. 4883-4890

AZEVEDO, Úrsula R.; MAGELA, Maria Márcia M.; CASTRO, Paulo T. A.; RENGER, Friedrich Ewald; TREVISOL, Andreá; BEATO, Décio A. C. Geoparque Quadrilátero Ferrífero - Proposta (Volume I). CPRM, 2012. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17149

CASAGRANDE, Pedro B. O Framework Geodesign aplicado ao Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais/Brasil). 2018. Dissertação de mestrado em Geografia - Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte).

CROWTHER, Thomas; GLICK, Henry, COVEY, Kristofer et al. Mapping tree density at a global scale. Nature 525, 201–205 (2015). https://doi.org/10.1038/nature14967

DORR II, J. V. N. Physiographic, stratigraphic and structural development of Quadrilátero Ferrifero, Minas Gerais, Brazil. U.S. Geological Survey Professional Paper, v.641A, p.1-110, 1969.

FONSECA, Bráulio M.; RIBAS, Rodrigo P.; MOURA, Ana Clara M. Aplicação dos conceitos e métricas de ecologia da paisagem na gestão da paisagem urbana. Paisagem e Ambiente, v.38, p.71 - 85, 2016.
FONSECA, Charles O. A dinâmica espacial da Serra do Gandarela e entorno a partir da formação de territórios: análise e representações coremáticas. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
FORMAN, Richard T. T. Land mosaics: The Ecology of Landscapes and Region. Ney York: Cambridge Press, 1995. 632p.
FORMAN, Richard T.T.; GODRON, Michel. Landscape Ecology. New York: John Wiley& Sons, 1986.
FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. Biodiversidade em Minas Gerais. Belo Horizonte, 2005. <http://www.biodiversitas.org.br/atlas/>. Acesso em agosto 2019.
HORTON, Robert E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Bulletin of the Geological Society of America, 56(3): 275-370, 1945.
LUCAS, Douglas F. Análise Espacial das Fragmentos Florestais no Município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG. Curso de Especialização em Geoprocessamento, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.
MARTINS, Éder S.; REATTO, Adriana; CARVALHO JÚNIOR, Osmar A.; GUIMARÃES, Renato F. Ecologia da Paisagem: Conceitos e Aplicações Potenciais no Brasil. Documentos, Platina, DF. n.121, p.1-35, jul. 2004.
MCHARG, Ian. Design with nature. John Wiley & Sons, 1969. 208 p.
METZGER, J. P. O que é Ecologia de Paisagens? Biota Neotrópica. n.1, p. 1-9, 2001.
MOURA, Ana Clara M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2007. v.1. p.2899 – 2906.
MOURA, Ana Clara M. Estudo exploratório de aplicação de métricas de paisagem na caracterização da dinâmica de transformação regional – potenciais de transformação das manchas urbanas. In: VIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos - ENABER, 2010, Juiz de Fora - MG. Anais do VIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos - ENABER. São Paulo (USP): Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ABER), 2010. p.1 – 22.
MOURA, Ana Clara M.; JANKOWSKI, Piotr. Contribuições aos estudos de análise de incertezas como complementação às análises multicritérios - “Sensitivity analysis to suitability evaluation”. Revista Brasileira de Cartogra□a (2016), N. 68/4, Edição Especial Geoinformação e Análise Espacial: 665-684 Sociedade Brasileira de Cartogra□a, Geodésia Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. 2016.
MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, Christian R. Scalability in the Application of Geodesign in Brazil: Expanding the Use of the Brazilian Geodesign Platform to Metropolitan Regions in Transformative-Learning Planning. Sustainability 13, no. 12: 6508. 2021. https://doi.org/10.3390/su13126508
MOURÃO, Maria Antonieta A. Caracterização Hidrogeológica do aquífero cauê, Quadrilátero Ferrífero, MG. 2007.Tese de Doutorado, Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte).
NORBERG-SCHULZ, Christian. Genius loci: Towards a phenomenology of architecture. Londres, Academy Editions, 1980.
NUCCI, João Carlos. Origem e desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. Revista Eletrônica Geografar, Curitiba, v. 2, n. 1, p.77-99, jan./jun. 2007. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/geografar/article/view/7722/5896>. Acessado em: 10/01/2022.
ROCHA, Nicole A. Geoprocessamento na parametrização de áreas verdes urbanas: Contribuições ao Plano de Cobertura Vegetal e Arborização Urbana. Tese doutorado, Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.
ROCHA, Nicole A., CASAGRANDE, Pedro, MOURA, Ana Clara M. Análise Combinatória e Pesos de Evidência na produção de Análise de Multicritérios em modelos de avaliação. Geografía y Sistemas de Información Geográfica, 2018.
ROCHA, Nicole A.; BORGES, Júnia L. C.; MOURA, Ana Clara M. Conflitos das dinâmicas de transformação urbana e ambiental à luz da ecologia da paisagem. PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção, v.7, p. 23 - 34, 2016. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v7i1.8644222.
SOARES FILHO, Britaldo S. Análise de Paisagem: Fragmentação e Mudanças. Departamento de Cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto – Instituto de Geociências – UFMG, 1998.
SPAWN, Seth A.; SULLIVAN, Clare C.; LARK, Tyler J.; GIBBS, Holly K. Harmonized global maps of above and belowground biomass carbon density in the year 2010. Sci Data 7, 112 (2020).

CAPÍTULO 9
GEOPROCESSAMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO COM BASE NO CLIMA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Tiago Augusto Gonçalves Mello

Camila Fernandes de Morais

Ana Clara Moura Mourão

Resumo

O enfrentamento dos desafios impostos pela crise climática demanda esforços e ações estratégicas de diversas frentes e grupos sociais. Representar e analisar padrões de comportamento climático por meio do uso de geotecnologias e, a partir disso, propor recomendações amparadas pela perspectiva ambiental, é um caminho possível apresentado nesse trabalho. A região do Quadrilátero Ferrífero foi utilizada como objeto de estudo em função de sua relevância do ponto de vista socioambiental, econômico e cultural. Foi elaborado um Mapa Regional de Análises Climáticas para a apreensão da relação entre as variáveis ambientais, e um Mapa de Recomendações ao Planejamento Climático para fomentar o debate acerca de possíveis ações a serem tomadas. Sendo as cidades áreas alvo de interesse específico de atuação, em virtude do impacto das questões ambientais na vida cotidiana, foi proposta uma coleção de parâmetros e projetos para a escala urbana associados aos conceitos de Infraestrutura Verde e Serviços Ecossistêmicos. Foi utilizada a regional administrativa Centro-Sul de Belo Horizonte como recorte dentro do Quadrilátero Ferrífero, apenas para fins de ilustração, mas os parâmetros propostos são aplicáveis aos demais núcleos urbanos da área. A escolha do recorte se justifica em decorrência de sua consolidação urbana e com vistas à possibilidade de reprodutibilidade e escalabilidade para os demais contextos municipais da região.

Introdução

O clima é uma resposta a diferentes fatores de ordens antropogênica, geomorfológica e ambiental. Por outro lado, suas características e variações também exercem grande influência sobre o comportamento dessas variáveis, fazendo com que a interação existente seja constante (FERREIRA et al., 2017; AYOADE, 1986). É sabido que as alterações no comportamento do sistema climático ao longo da história têm como causa aspectos naturais, tais como atividades vulcânicas, dinâmicas sísmicas, circulações atmosféricas, entre outras. Entretanto, são observadas nas últimas décadas perturbações extremas em todo o mundo, com evidências que apontam ao fato de muitos dos eventos e dinâmicas não terem precedentes há mi-

lhares de anos. Diante disso, a aceitação da atividade humana como grande fator de mudanças do clima é, hoje, quase unânime entre os pares (BASTOS; RIBEIRO, 2020; IPCC, 2021).

As variáveis que compõem o sistema climático, como os corpos d'água, os biomas e suas respectivas fisionomias, as tipologias de urbanização e a própria atmosfera, por exemplo, não operam ou se distribuem no espaço de forma homogênea. Dessa maneira, é necessário ampliar a discussão a respeito da escolha das escalas de análise. Estudar as causas, efeitos e consequências das alterações climáticas em diferentes recortes espaciais compõe uma perspectiva de compreensão mais ampla do fenômeno, uma vez que as dinâmicas não se limitam a escalas arbitrárias, sendo a identificação de padrões intrínseca à escala espacial adotada. Sob o ponto de vista do planejamento territorial, a consideração das diversas escalas e suas interações é importante na medida em que abre campo para observações e constatações menos isoladas ou generalistas. Todavia, cabe ressaltar que a observação de um dado fenômeno pode variar a depender dos caminhos metodológicos adotados (MARANDOLA JR., 2011).

Na escala regional é possível compreender o funcionamento de ecossistemas, bacias hidrográficas, mananciais de abastecimento, das dinâmicas de circulação atmosféricas etc. Tais elementos e seus respectivos atributos e características – as variáveis climáticas - são determinantes, em maior ou menor grau, para a conformação do clima regional. Assim, esse é o âmbito da articulação entre as mudanças globais e a percepção cotidiana, que ocorre nas cidades (MARANDOLA JR., 2011). A cidade, além de ser o locus da gestão e das possibilidades de mitigação e adaptação de efeitos ambientais negativos, é também o ponto de partida das demandas que levam à degradação de regiões e ecossistemas – sejam eles próximos ou distantes. O estudo do clima urbano é, portanto, fundamental para a compreensão das mudanças e riscos ambientais. A escala local, por outro lado, é aquela em que se dá o cotidiano do ser humano, tornando a percepção climática mais sensível. O microclima é extremamente frágil quanto a pequenas particularidades locais, como a rugosidade superficial, a presença ou ausência de vegetação etc., sendo esses elementos recorrentes objetos de análise (BARRY; CHORLEY 2013; MARANDOLA JR., 2011).

Este estudo teve como objetivo o levantamento, a representação e a análise das variáveis climáticas na escala regional, tendo o Quadrilátero Ferrífero (QF) como estudo de caso, com vistas à identificação de vulnerabilidades, potencialidades e oportunidades. Como resultado é apresentada a proposição de recomendações ao planejamento a partir de boas práticas, a fim de balizar possíveis repercussões negativas em termos de resposta climática da atual conjuntura das áreas investigadas e de eventuais processos de alteração. Cumprida a etapa de análise, são apresentadas propostas para a escala urbana, uma vez que estas regiões são

as mais afetadas por processos de antropização. Ressalta-se que tais proposições estão alinhadas aos conceitos de infraestrutura-verde e serviços ecossistêmicos, que podem ser aplicados a diferentes escalas. Dessa forma é possível ter uma avaliação dos resultados obtidos e dos recursos utilizados enquanto proposta metodológica para o planejamento regional orientado ao clima.

O Quadrilátero Ferrífero

Localizado na região centro-sul de Minas Gerais, o QF é uma região marcada pela presença de importantes recursos naturais e ambientais, *genius loci** das paisagens de montanhas mineiras, do patrimônio cultural e da paisagem urbana colonial. É uma área de expressiva expansão urbana, além de ser importante sob o ponto de vista da exploração e produção mineral, tendo, portanto, grande valor econômico para Minas Gerais. A presença de espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção, de sítios paleontológicos e históricos, os atributos geológicos e geomorfológicos, o potencial turístico e hídrico, são alguns dos aspectos que indicam a inquestionável relevância do Quadrilátero e o tornam uma região permeada por diferentes e complexos conflitos de interesses. Apesar de não ser um território administrativo oficial, o QF apresenta suas particularidades enquanto província mineral (Fig. 01).

Fig. 01- Atividade de mineração na Serra do Curral. Fonte: Morais, 2022

O limite do Quadrilátero Ferrífero utilizado neste estudo corresponde a toda a área de cada município interceptados pelas cristas do corpo ferrífero e pela formação geológica definida por Dorr (1969), o que resulta em uma área de aproximadamente 12.000 km² composta por 28 municípios, incluindo a capital, Belo Horizonte (Fig. 02). O mapeamento de Dorr foi realizado considerando a perspectiva geológica, em recorte menor, ao passo que a delimitação aqui adotada considerou o limite administrativo municipal, para o qual seriam aplicáveis ações de planejamento.

* *Genius Loci* é uma expressão adotada pela teoria da arquitetura (NORBERG-SCHULZ, 1980) para definir a interação entre lugar e identidade, considerando o valor ou o espírito do lugar.

No que se refere aos aspectos socioeconômicos, a população dos municípios do QF corresponde a cerca de 20% da população do estado. Desde a descoberta do ouro em fins do século XVII, a região abriga a maior concentração urbana do estado de Minas Gerais. A capital do estado está localizada a norte na região, com cerca de 2,4 milhões de habitantes. (AZEVEDO et al, 2012). A sua produção corresponde a cerca de 27% do PIB do estado, sendo a mineração a base econômica de vários dos municípios que o constituem. A produção de minérios de ferro representa 29% do total de exportações de Minas Gerais e somados à produção aço, o percentual chega a 55%. É a província mineral mais importante do sudeste do país, sendo responsável por cerca de 60% da produção nacional de minério de ferro. Sua produção representa ainda cerca de 11% da produção mundial atual (CASTRO et al, 2020).

Em relação às questões de natureza cultural, o QF se destaca por conter paisagens representativas do estado de Minas Gerais. Grande parte dos municípios é perpassada por elementos naturais, como serras e espécies rasteiras típicas, e por bens histórico-culturais de diferentes estilos e épocas, sejam eles sítios, conjuntos ou edificações. O quadrilátero físico que dá nome à região é conformado por um conjunto de serras que evocam a paisagem montanhosa e natural mineira, sendo elas a Serra do Gandarela, a Serra da Piedade, a Serra do Curral, a Serra do Rola Moça, a Serra da Moeda, a Serra de Ouro Branco e a Serra do Caraça. O Quadrilátero Ferrífero apresenta uma das maiores concentrações de minério de ferro do mundo, sendo essa resultante das Formações Cauê e Gandarela (Grupo Itabira e Supergrupo Minas) sobretudo nas linhas de cumeadas (Fig. 02).

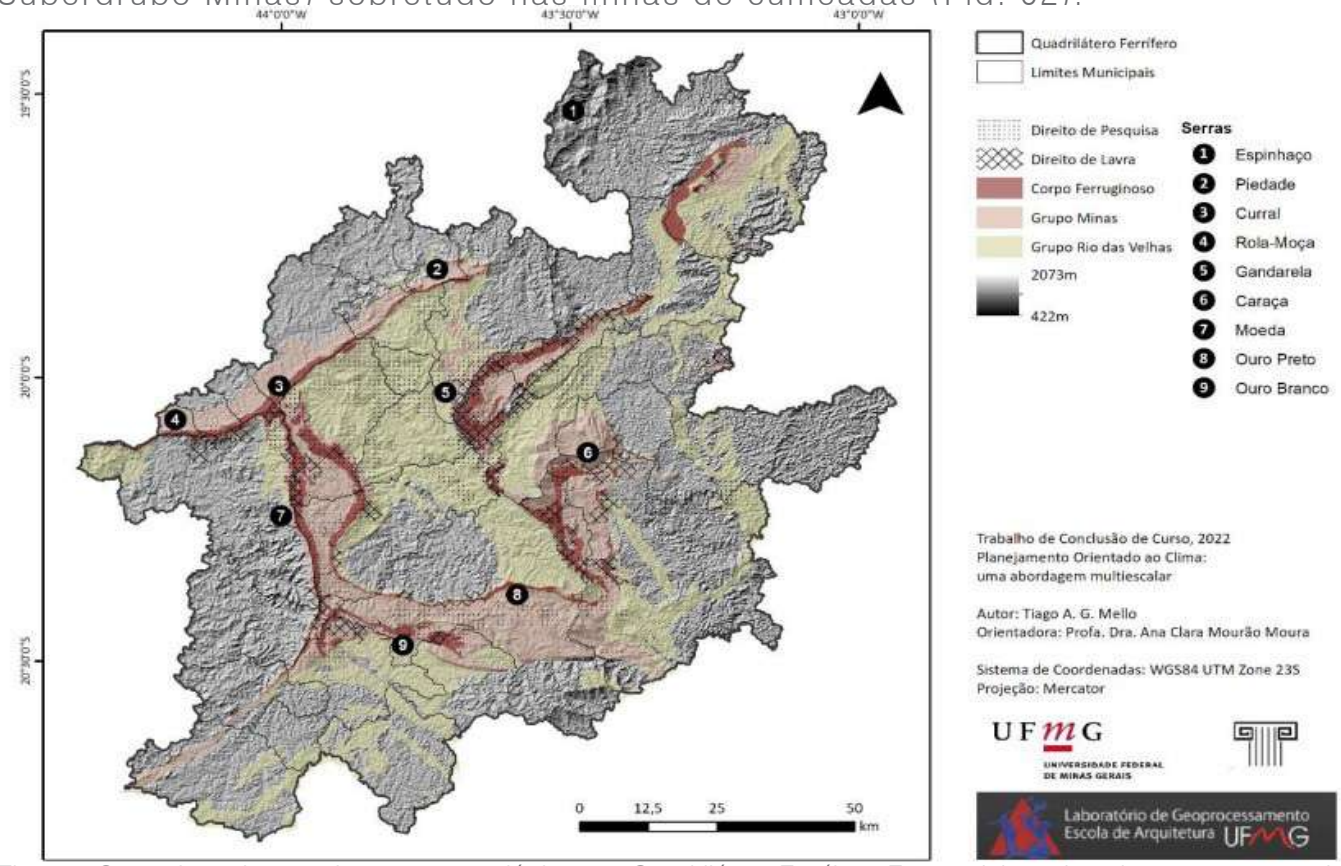


Fig. 02 - Corpo ferruginoso e formações geológicas no Quadrilátero Ferrífero. Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados Alos Palsar, IBGE e SISEMA-MG.

As cangas, elementos importantes da paisagem natural na região, recobrem esses pontos e abrigam espécies raras do campo rupestre, um tipo fitofisionômico. De vegetação predominantemente herbácea-arbustiva, localizado nas cristas das serras e de grande importância ambiental, o campo rupestre é considerado de ocorrência endêmica e encontrado em altitudes superiores a 900m, ocupando de maneira espraiada as regiões mais elevadas do Espinhaço (RAPINI et al., 2008). Observa-se também no QF áreas de floresta do bioma de Mata Atlântica, caracterizadas pela presença expressiva de vegetação robusta (Fig. 03, Fig. 04). O relevo, a vegetação e a altimetria atuam como condicionantes do uso do solo, além de conformarem a paisagem do QF, uma vez que estabelecem os tipos de atividades a serem realizadas, indicam as áreas prioritárias para preservação, atuam como delimitadores e marcadores paisagísticos.

Fig. 03 - Campo Rupestre no Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Morais, 2022

Fig. 04 - Mata Atlântica no Quadrilátero Ferrífero. Fonte: captura drone pelo Laboratório de Geoprocessamento, 2020.

Construção de um Mapa Regional de Análises Climáticas

Para que se compreenda efetivamente as condições do clima da área de estudo, é necessário considerar os elementos que compõem o balanço de energia da superfície analisada. Devem ser consideradas as variáveis que, individualmente ou em associação a outras, contribuem para o aumento ou redução da carga térmica (FERREIRA et al., 2017). Sendo uma questão de combinação de variáveis, o estudo pode se apoiar no emprego de geotecnologias, pois as ferramentas de geoprocessamento favorecem a leitura e representação espacial de fenômenos diversos. Nesse sentido, a construção de mapas de síntese de variáveis com foco em análises do clima se apresenta como uma alternativa para simplificar e auxiliar a interpretação do comportamento das variáveis morfológicas e ambientais que, em conjunto, compõe o sistema climático (FREITAS et al., 2021).

Conforme apontado por Machado e Assis (2017), é possível integrar as variáveis de interesse para a análise climática com o uso de ferramentas de geoprocessamento. Todavia, cabe ressaltar que esse caminho parte da seleção e ponderação subjetiva das variáveis, constituindo uma opinião especialista. Dessa forma, o conhecimento prévio do autor em relação à área de estudo é uma premissa a ser seguida para maior conformidade e precisão do dado produzido, o que favorece a verificação de resultados e eventual calibração da escolha de variáveis e seus pesos. As dimensões socioeconômicas e ambientais do Quadrilátero Ferrífero têm sido investigadas pelo Laboratório de Geoprocessamento (Geoproea/UFMG) desde 2016, o que favorece as seleções e as valorações adotadas, uma vez que os resultados podem ser avaliados e validados vis-à-vis com outros indicadores e estudos desenvolvidos.

A elaboração do Mapa de Análises Climáticas do Quadrilátero Ferrífero partiu da adaptação de metodologias propostas pela Secretaria de Planejamento de Hong Kong (2006), Souza (2010), Ribeiro et al. (2013) e Ferreira et al. (2017). Foram utilizadas como camadas de entrada informações sobre uso e cobertura da terra, volume edificado, altimetria, declividades, aspecto e comportamento dos ventos. A relação dos dados utilizados e suas respectivas repercussões no clima da região estão indicadas na Tabela 1.

Camada	Informações Utilizadas	Repercussão Climática		Critério Físico	Fonte do Dado Utilizado
		Carga Térmica	Potencial Dinâmico		
Topografia	Relevo	Maior concentração de calor em cotas altimétricas médias e baixas	N/A	Térmico (variável)	Alos Palsar, 12,5m
Altimetria Predominante das Edificações	Volume Edificado	Armazenamento de Calor	N/A	Térmico (negativo)	Altura das edificações calculadas por captura LiDAR - Light Detection and Ranging, PBH, 2015, resolução 1m
Uso e Cobertura da Terra	Urbanizações e Solos Expostos	Armazenamento de Calor		Térmico (negativo)	Impact Observatory, Esri®, a partir de imagens Sentinel, 10m
	Vegetação Robusta	Resfriamento noturno, redução da carga térmica urbana		Térmico (positivo)	
	Vegetação Rasteira ou Campos Abertos	Favorece a ventilação e o resfriamento locais		Térmico e Dinâmico (positivos)	
	Água				
Aspecto por Insolação	Encostas plantas ou orientadas ao Oeste, Noroeste e Norte	Radiação solar direta constante		Térmico (negativo)	Alos Palsar, 12,5m
	Encostas orientadas ao Nordeste, Leste, Sudeste, Sul e Sudoeste	Radiação solar direta moderada ou nula		Térmico (positivo)	
Declividades	Altas Declividades	N/A	Aumento da circulação de ventos induzida pelo relevo	Dinâmico (positivo)	Alos Palsar, 12,5m
	Baixas Declividades	N/A	Diminuição da circulação de ventos induzida pelo relevo	Dinâmico (negativo)	
Ventos	Direção e Velocidade	N/A	Resfriamento de Superfícies	Dinâmico (positivo)	INMET, Estações Meteorológicas

Tabela 1: Variáveis utilizadas e respectivas respostas ao clima. Fonte: os autores.

Análise de Multicritérios no Tratamento de Dados Espaciais

A Análise de Multicritérios foi utilizada como princípio para a associação dos dados de entrada. O método consiste na construção de modelos de julgamento que representem, de forma simplificada, as dinâmicas do território a partir de mapas temáticos. Esse tipo de estratégia é recomendado para análises espaciais, pois favorece a compreensão do funcionamento e coexistência de fenômenos (ROCHA et al., 2018).

Para a construção dos mapas síntese e, posteriormente, do Mapa de Análises Climáticas, dois métodos de Análise de Multicritérios foram aplicados: Pesos de Evidência e Análise Combinatória. No método de Pesos por Evidência se trabalha

com a definição de valores para os atributos de legenda de cada variável, com base em seu grau de pertinência. O método resulta em uma escala hierárquica de condições mais ou menos evidentes, sendo assim uma resposta relativa e não absoluta. A função desse princípio é de dar apoio a decisões sobre áreas prioritárias, sobre potenciais e sobre vulnerabilidades (MOURA e JANKOWSKI, 2016).

A Análise Combinatória, por outro lado, consiste na identificação de combinações possíveis entre as variáveis utilizadas. Nesse método, as valorações não têm caráter categórico e qualitativo, sendo utilizadas apenas para favorecer o cálculo que evidencia a simultaneidade de ocorrência de condições das variáveis integradas (MOURA, 2020).

A partir do uso do geoprocessamento, os dados de entrada foram normalizados com vistas à integração de variáveis de diferentes naturezas, segundo uma escala de 1 a 10, na qual o 1 representa o menor e 10 o maior impacto da variável em relação ao efeito em análise. O método, defendido por Moura (2020), tem como objetivo o favorecimento das operações de álgebra de mapas. Dessa forma, de acordo com Machado e Assis (2017), "é necessário o conhecimento prévio do pesquisador a respeito da área por meio de um diagnóstico que norteie a definição destes valores".

As primeiras associações de variáveis foram realizadas para a construção de mapas de comportamento quanto à Carga Térmica e ao Potencial Dinâmico. Optou-se pela utilização de Pesos de Evidência. Para a elaboração do Mapa de Análises Climáticas, as camadas-síntese foram integradas por Análise Combinatória. Ao final foram associadas informações sobre os fluxos de ventilação na região. Apresenta-se o fluxograma geral do processo (Fig. 05), assim como o detalhamento da atribuição de valores para cada variável.

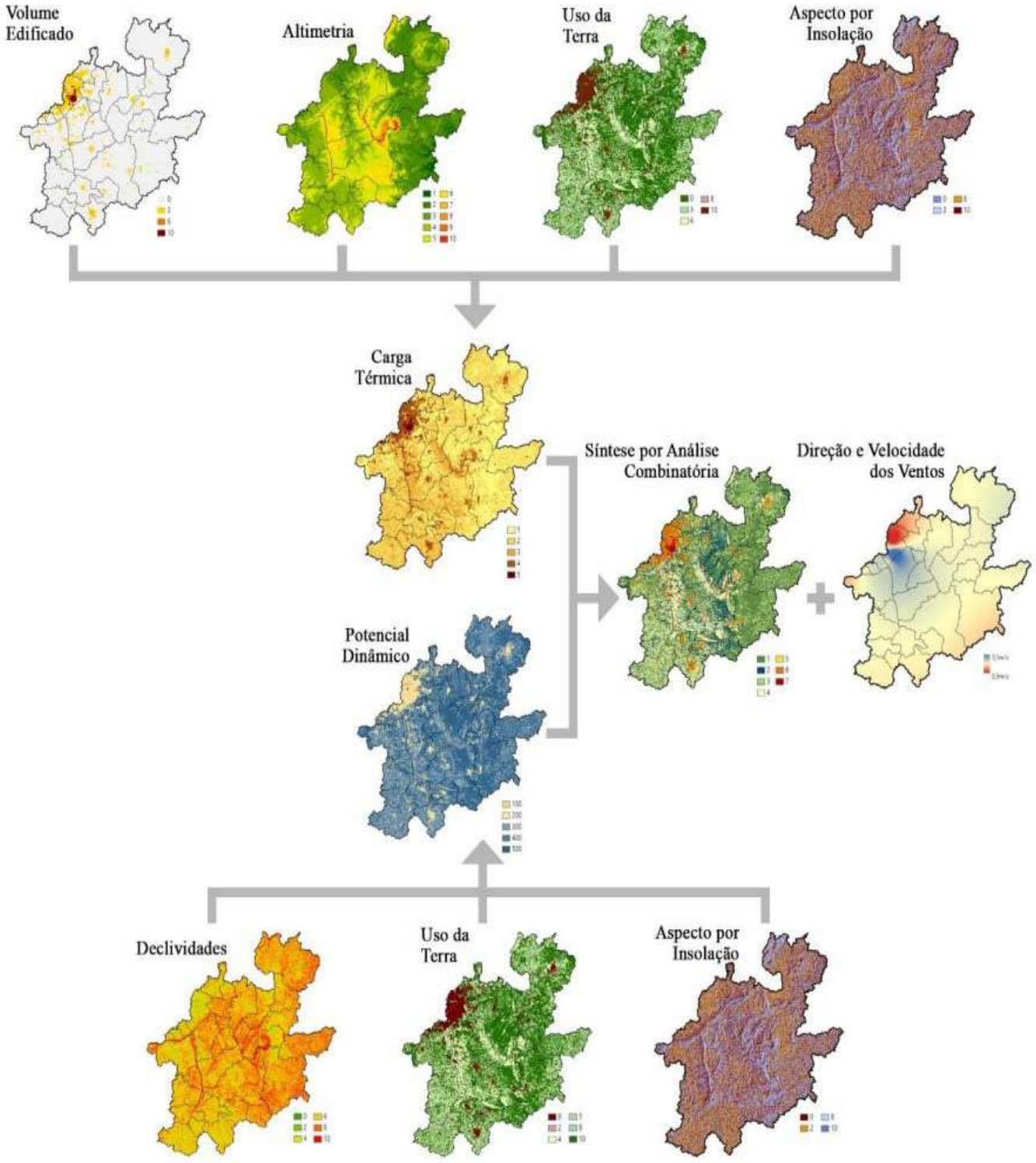


Fig. 05 - Fluxograma da metodologia adotada para a elaboração do Mapa Regional de Análises Climáticas. Fonte: os autores.

a) Altimetria

Sob o ponto de vista do sistema climático, essa variável é relevante na medida em que complexifica as escalas topo e microclimáticas, sobretudo quando associada à orientação de suas vertentes e à presença ou ausência de vegetação robusta (FERREIRA et al., 2017; MACHADO; ASSIS, 2017).

O relevo da área de estudo foi extraído a partir dos atributos altimétricos de imagens de satélite Alos Palsar. Um Modelo Digital de Terreno (MDT) foi construí-

do e posteriormente, convertido reclassificado, sendo que as faixas estabelecidas corresponderam a 10 faixas com intervalos uniformes de altimetria.

Embora haja uma redução de temperatura do ar da ordem de 0,6ºC a cada 100m de variação da altitude (AYOADE, 1996), a análise considerada teve relação com os padrões de comportamento térmico das superfícies. Assim, as 10 faixas uniformes de altimetria receberam pesos de 1 (regiões mais baixas) a 10 (regiões mais altas).

b) Declividades

Para o mapeamento deste dado, foi realizado o processo de construção de uma malha triangulada a partir do MDT do Quadrilátero Ferrífero, seguido do cálculo de declividades segundo faixas de interesse para a análise, que contemplaram tanto as possibilidades de uso da terra como as formações que podem ser associadas a correntes de circulação do ar. Foram atribuídos pesos para cada classe de reclassificação segundo a influência da declividade sobre as condições de vento, sendo os intervalos de 30% a 45% e acima de 45% as classes de maior valoração.

c) Volume Edificado

O MDT se restringe a informações topográficas, não considerando as elevações na superfície, entre os quais os volumes edificados relativos às urbanizações. Assim, foram consideradas as massas construídas nos centros urbanos do Quadrilátero Ferrífero, a fim de se qualificar a construção do mapa de Carga Térmica a partir da entrada de informações de rugosidade impostas pela ação antrópica.

Devido à escala, foram adotadas como referência para as informações de rugosidade zonas homogêneas segundo o predomínio das alturas das edificações. O mapa, elaborado pelo Laboratório de Geoprocessamento em experiências prévias, apresenta polígonos que indicam a predominância do gabarito de 1 a 3 pavimentos, de 4 a 5 pavimentos e acima de 5 pavimentos. Também foram consideradas as novas ocupações e os assentamentos informais, atribuindo-se ponderação semelhante à da classe de 1 a 3 pavimentos. Para se trabalhar com o critério de volume, os polígonos foram reclassificados multiplicando o número médio de andares pela altura média de 3 metros por andar (pé-direito médio hipotético) e posteriormente ponderados com base no efeito sobre o clima segundo o método de Pesos de Evidência (MACHADO; ASSIS, 2017. MOURA, 2020) (Tabela 2).

Classe	Altura Média	Ponderação
Áreas não construídas	N/A	0
Novos Assentamentos	6m	3
Edificações de 1 a 3 pavimentos	6m	3
Edificações de 4 a 5 pavimentos	13m	6
Edificações acima de 5 pavimentos	30m	10

Tabela 2: Variáveis utilizadas e respectivas respostas ao clima. Fonte: os autores.

d) Uso e Cobertura da Terra

A Impact Observatory (IO), em parceria com a Esri® e a Microsoft AI for Earth, produziu em 2020, a partir de imagens Sentinel com resolução de 10m, um mapeamento de Land Use and Land Cover de todo o mundo. O dado foi gerado a partir de imagens de satélite da Agência Espacial Europeia, com a mais alta resolução lançada publicamente até o momento. A carta em que consta a região de estudo foi obtida de forma gratuita e a classificação seguiu o padrão adotado pelos autores de sua construção.

O uso e a cobertura podem favorecer tanto a absorção e consequente emissão de calor, quanto a capacidade de resfriamento das superfícies. Foram adotadas diferentes ponderações para cada um dos cenários quando do momento de sua reclassificação. Os maiores pesos foram atribuídos aos fatores que mais contribuem para cada efeito a ser levantado, assim como os menores para as variáveis que menos influenciam o comportamento analisado. Ressalta-se o caráter relativo das ponderações aplicadas, com a adoção de valores segundo o efeito relativo de cada tipo de superfície do solo no contexto geral (Tabela 3).

Tipos de Uso e Cobertura da Terra	Ponderação Adotada (0-10)	
	Carga Térmica	Potencial Dinâmico
Urbanização	10	0
Solo Exposto	9	1
Vegetação Robusta	0	10
Grama, Campos e Vegetação Rasteira	5	5
Água	2	8

Tabela 3: Variáveis utilizadas e respostas relativas nos estudos de interesse ao clima. Fonte: os autores.

e) Aspecto por Insolação

Esta informação diz respeito à orientação de encostas e é relevante para a análise do comportamento climático na medida em que revela as condições de predomínio de incidência de radiação solar. A elaboração do dado foi feita a partir do MDT da região de estudo, que, georreferenciado, aplica informações das condições locais em função da posição no globo. O Quadrilátero Ferrífero encontra-se entre as latitudes -19º 66" 57' e 20º 39" 35'. Dessa forma, consideradas as variações da geometria solar, pode-se inferir que recebem maior carga térmica as vertentes de orientação Oeste, Noroeste e Norte; e menos carga térmica as vertentes de orientação Nordeste, Leste, Sudeste e Sudoeste. As encostas voltadas ao Sul recebem pouca ou nenhuma insolação, enquanto as faces planas do relevo recebem permanentemente ao longo de todo o dia.

Como o uso da terra, o aspecto é relevante sob o ponto de vista climático tanto em relação ao acúmulo de carga térmica quanto para o resfriamento devido à falta de incidência solar. Assim, o dado foi utilizado nos dois cenários, sendo atribuídos pesos de 1 a 10 com base em suas possíveis contribuições, conforme as situações mais ou menos favoráveis para cada comportamento em análise (Tabela 4).

Orientação da encosta	Ponderação Adotada (0-10)	
	Carga Térmica	Potencial Dinâmico
Norte	9	1
Nordeste-Leste	5	5
Sudeste-Sul-Sudoeste	2	8
Oeste-Noroeste	10	0

Tabela 4: Variáveis utilizadas e respectivas respostas ao clima.Fonte: os autores.

f) Fluxos de Vento

As informações de direção e velocidade dos ventos foram extraídas dos dados médios anuais das estações meteorológicas existentes e da posterior interpolação com uso de geoprocessamento. Foram utilizados dados das 12 estações existentes, dentro e fora dos limites da área de estudo, sendo elas as estações da Pampulha, do Cercadinho, do Rola Moça, de Guanhães, de Dores do Indaiá, de Coronel Pacheco, do Florestal, de Oliveira, de São João Del-Rei e de Viçosa. A escassez de dados foi uma limitação metodológica, de modo que se entende as informações obtidas como estimativas de comportamentos médios gerais – o que não contempla, dessa forma, situações de instabilidade atmosférica, precisão de valores numéricos etc. Entretanto, ressalta-se a relevância da análise ainda que

relativa, uma vez que a circulação regional de ventos é responsável pelas trocas de massas de ar quente e frio entre os municípios, além de estar associada à pluma urbana.

Após a interpolação, foi elaborada uma malha para a transposição das informações das células matriciais para pontos de referência. A malha elaborada obedece a dimensões fixas para os eixos X e Y, e na associação com os pontos eles foram fixados no centro geográfico de cada município, com vistas à estimativa e cobertura de todas as cidades do Quadrilátero Ferrífero.

Como os valores obtidos foram extraídos de médias anuais, há generalizações consideráveis. Desta forma, são colocadas informações dos pontos de referência apenas para geovisualização, mas os dados não foram integrados aos demais para fazer qualquer síntese de integração.

Associação de Variáveis

A classificação final dos mapas-síntese de Carga Térmica e Potencial Dinâmico foi apresentada em 5 faixas, sendo indicados níveis baixos, médios e altos para cada um dos dois contextos. Com base na relevância em termos de ocorrência espacial, o produto da síntese dos dois mapas teve como resultado um fatiamento da região do Quadrilátero Ferrífero em 7 classes, a partir da consideração dos graus de acúmulo de carga térmica e do potencial de resfriamento na região.

A Carga Térmica no Quadrilátero Ferrífero

O mapeamento do comportamento do QF quanto à Carga Térmica foi produzido a partir da operação de multicritérios (Fig. 06). No mapa é possível perceber que, em termos de aquecimento, as cidades desempenham o papel de hotspots. As ocupações invariavelmente alteram as dinâmicas locais do clima, com perda da qualidade ambiental, sobretudo em Belo Horizonte e nas cidades integrantes da Região Metropolitana conurbadas com a capital.

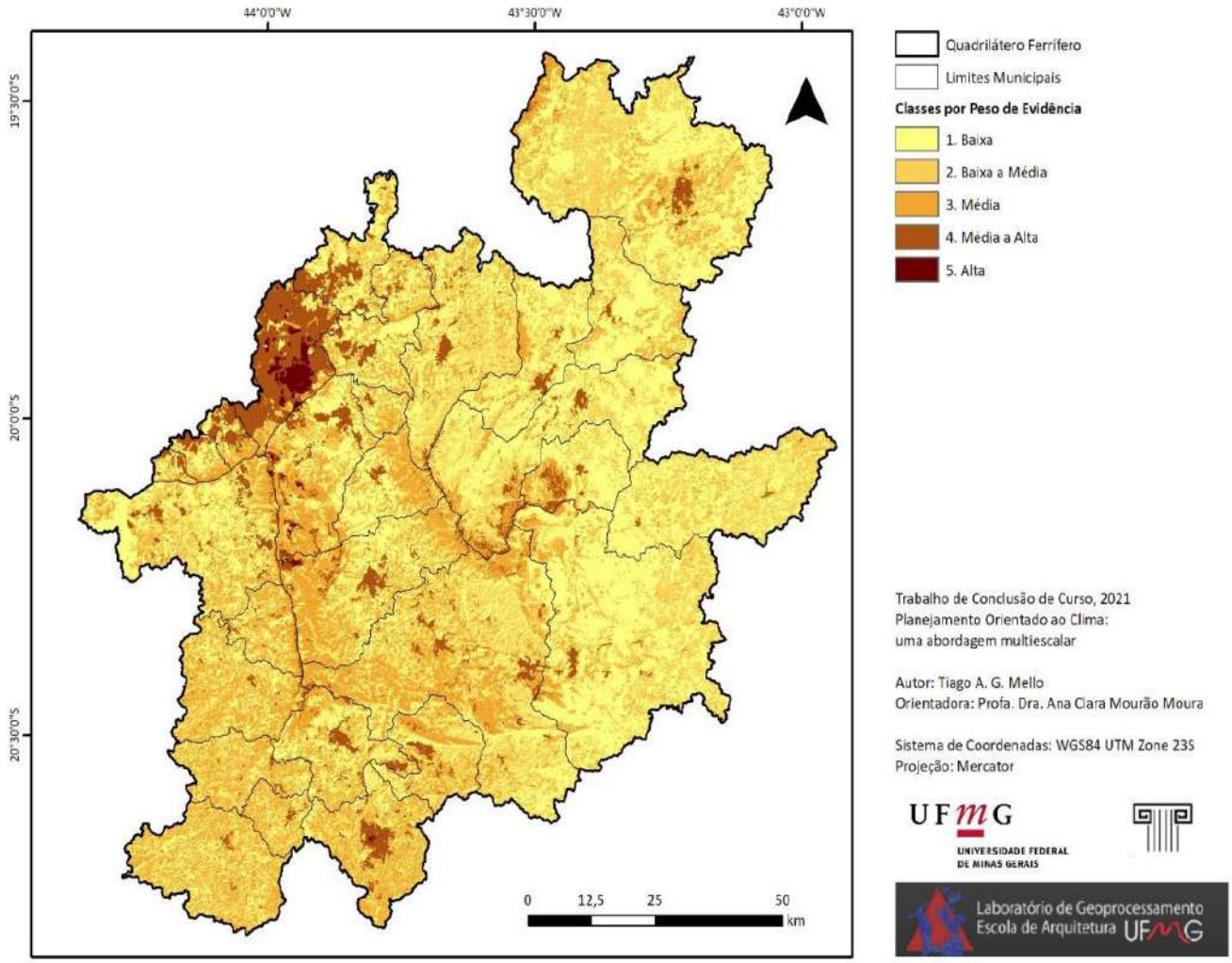


Fig. 06 - Carga Térmica no Quadrilátero Ferrífero. Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados Alos Palsar, IBGE, imagens Sentinel do Impact Observatory, Lidar-PBH.

Para além das cidades, o mapa indica como fatores que se mostram favoráveis aos processos de acúmulo de carga térmica as grandes altitudes, as porções do território de solo exposto e a presença de vegetações típicas do cerrado. Entretanto, quanto à última variável citada, é necessário ressaltar que o comportamento e aspecto do Cerrado e do Campo Rupestre mineiros são associados a valores de ordem ambiental e cultural, o que significa que sua presença não deve ser entendida como negativa.

O Potencial Dinâmico no Quadrilátero Ferrífero

Observa-se no mapa de Potencial Dinâmico ou resfriamento do QF o quanto ele é nitidamente favorecido pela presença do bioma de Mata Atlântica (Fig. 07). Na região, são observadas porções expressivas de vegetação robusta, característica que aparenta favorecer a diminuição das temperaturas. A partir da consideração do fato de os ventos da região, segundo as médias anuais das estações meteorológicas, virem do majoritariamente do eixo sudeste, faz com que, nesta escala, a vegetação também desempenhe função de regulador mesoclimático, sobretudo para as ocupações urbanas mais relevantes em termos de população – Belo Horizonte, Nova Lima, Santa Luzia etc.

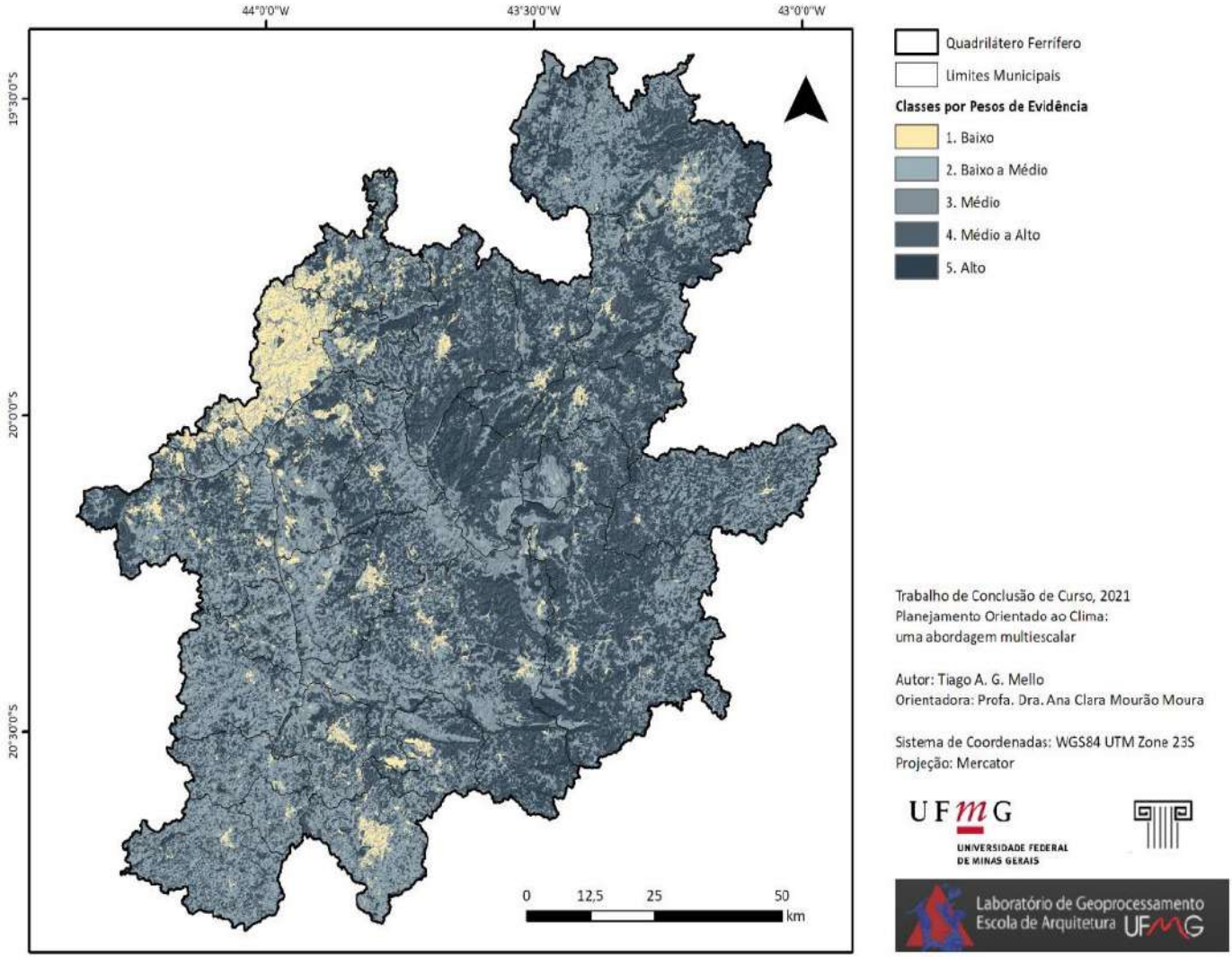


Fig. 07 - Potencial Dinâmico do Quadrilátero Ferrífero. Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados Alos Palsar, IBGE, imagens Sentinel do Impact Observatory, Lidar-PBH.

Assim como observado no mapa de Carga Térmica, as ocupações urbanas são identificadas como pontos de risco. Os municípios pertencentes à Região Metropolitana de Belo Horizonte e a própria capital mostram-se extremamente vulneráveis, uma vez que carecem de vegetação em suas proximidades.

Mapa de Análises Climáticas do Quadrilátero Ferrífero

Apresenta-se a matriz utilizada como base para o cálculo de combinações possíveis. A partir da observação das possíveis combinações, a interação foi definida para a divisão da região em 7 (sete) padrões de comportamento climático, bem como a direção e intensidade média dos fluxos de vento extraída das estações meteorológicas mais próximas (Fig. 08).

A matriz evidencia as escalas de 1 a 5 adotadas nos mapas síntese de Carga Térmica (CT) e Potencial Dinâmico (PD). Na álgebra de mapas, as combinações em cinza (1-1, 2-1, 1-2, 3-4, 3-5, 4-3, 4-4, 4-5, 5-3, 5-4 e 5-5) apresentaram baixíssima expressividade espacial. Observa-se que essas combinações corresponderiam a áreas com comportamentos similares para os dois efeitos analisados - a exemplo:

baixa carga térmica e baixo potencial dinâmico; alta carga térmica e alto potencial dinâmico. As escolhas dos pesos foram baseadas em evidências. Assim, o comportamento observado na Análise Combinatória pode ter ocorrido devido ao fato de os mapas-síntese terem sido elaborados a partir da consideração dos diferentes efeitos das variáveis para cada um dos cenários: uma área de urbanização intensa, por exemplo, não poderia representar efeito térmico e dinâmico positivos simultaneamente.

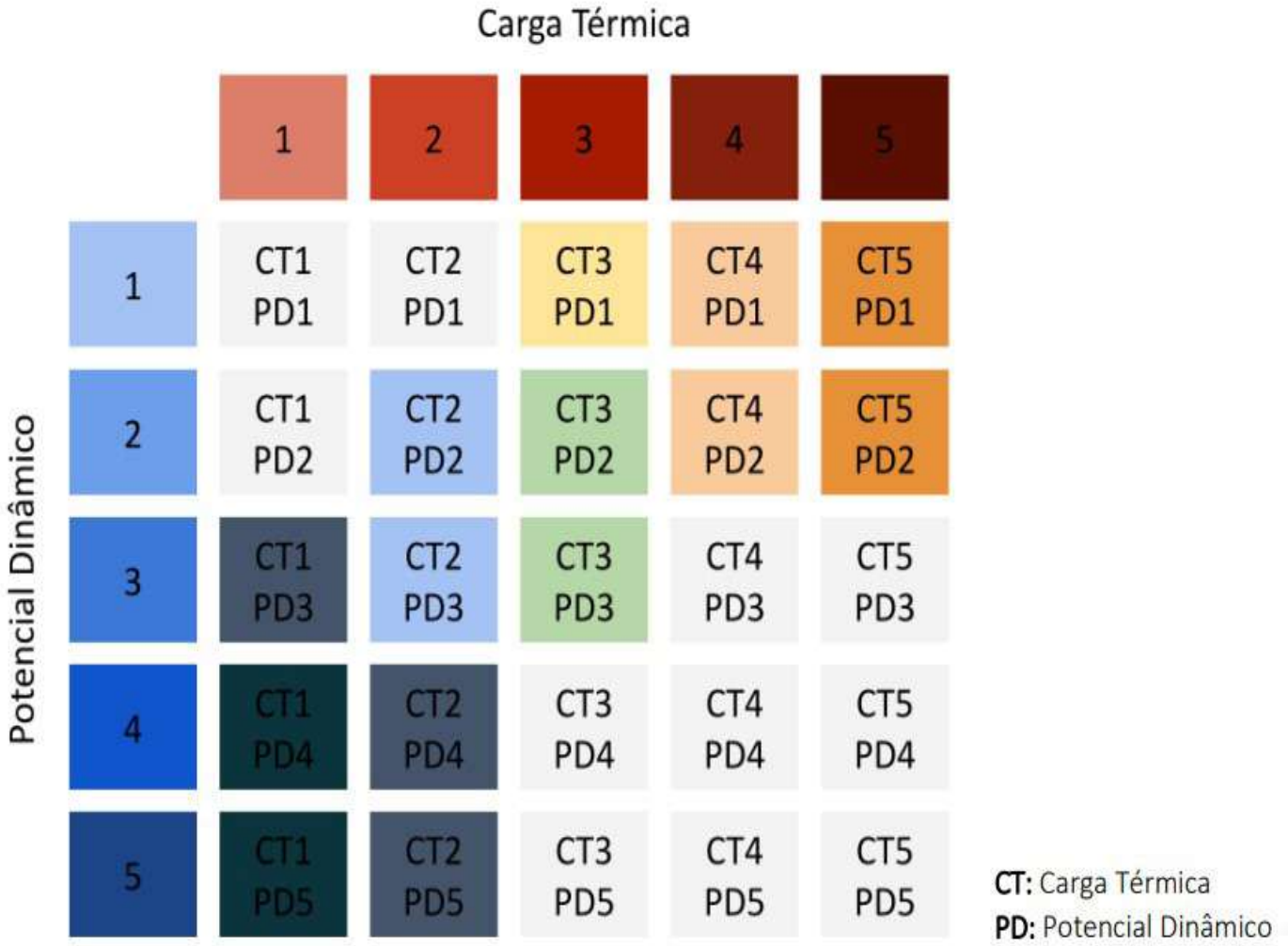


Fig. 08 - Matriz de Identificação de Padrões de Comportamento Climático por Análise Combinatória. Fonte: os autores.

As combinações em azul escuro (4-1 e 5-1) foram classificadas como as melhores regiões sob o ponto de vista do resfriamento, pois correspondem a áreas de alto Potencial Dinâmico e baixa Carga Térmica. As combinações em laranja escuro (1-5 e 2-5) foram classificadas como as piores regiões para fins de aquecimento, pois correspondem a áreas de alta Carga Térmica e baixo Potencial dinâmico. Sucessivamente, foram feitas considerações para cada tipo de combinação, com base em sua expressividade espacial e na literatura utilizada como referencial teórico.

A partir do estudo, foi possível identificar uma série de fatores de risco para toda a região do Quadrilátero Ferrífero. Observa-se o impacto da verticalização concentrada nas regiões de ocupação urbana, uma vez que essas porções repre-

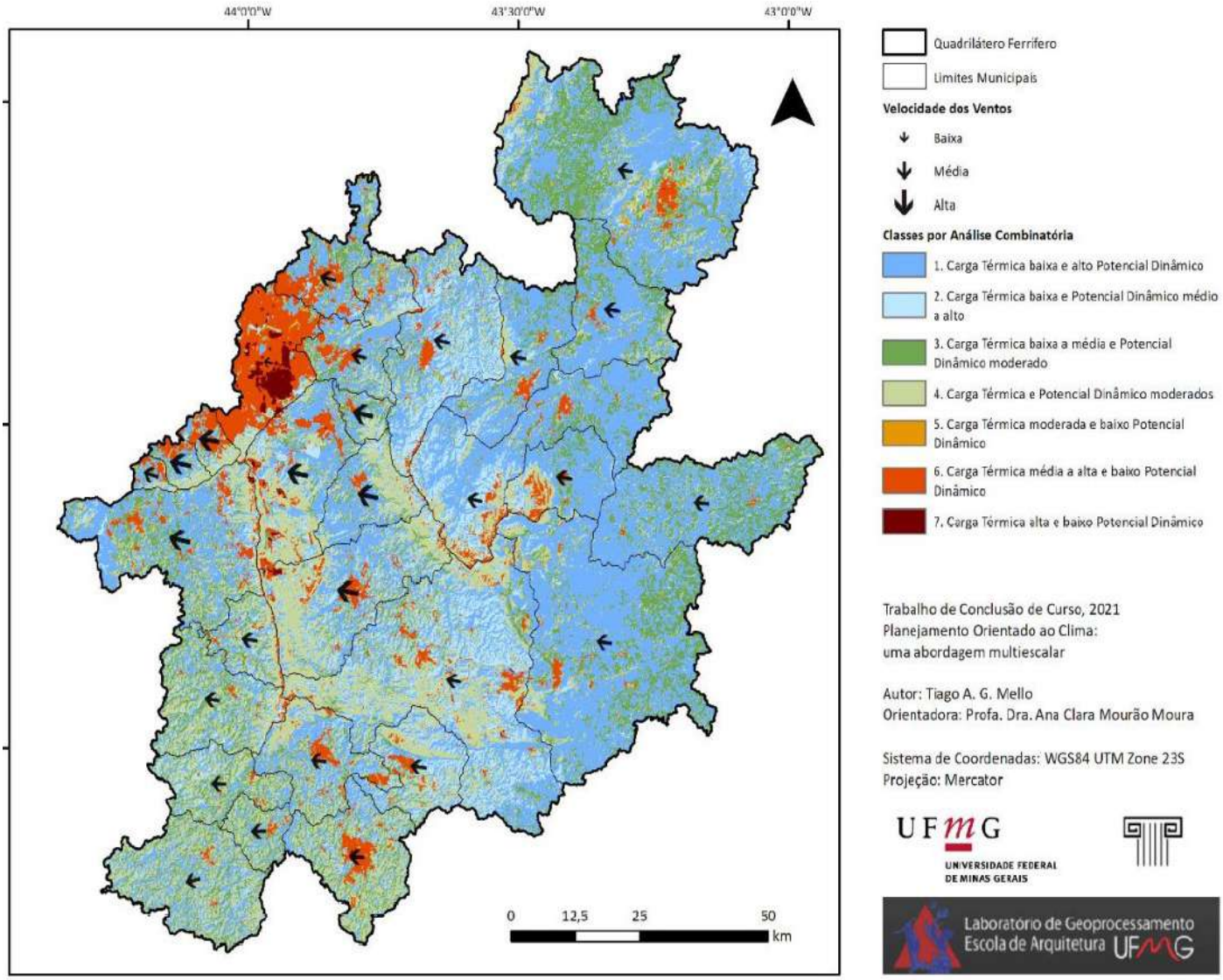


Fig. 09 - Mapa de Análises Climáticas do Quadrilátero Ferrífero. Fonte: elaborado pelos autores por integração de variáveis.

Por outro lado, é possível perceber que a maior parte do território é classificada entre como sendo pertencente às classes 1, 2 e 3, que dizem respeito a regiões de vegetação robusta ou rasteira. Essas regiões têm o potencial de favorecer o resfriamento nas ilhas regionais de calor, como a Região Metropolitana de Belo Horizonte. Como áreas extremamente expressivas em termos de vegetação robusta do bioma de Mata Atlântica, recebem as médias mais intensas dos fluxos de ventos observados as regiões no oeste do município de Santa Bárbara, sul de Barão de Cocais e sudeste de Caeté – UC do Parque Nacional da Serra do Gandarela. A circulação regional desses fluxos tem como destino a porção central da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Dessa forma, pode-se inferir que esses fragmentos de vegetação são particularmente importantes para efeitos de resfriamento na região e que devem ser tratados como áreas prioritárias para fins de proteção em termos de clima.

Cabe ressaltar que dentro do contexto das principais atividades econômicas, Santa Bárbara, que possui o mais relevante dos fragmentos acima descritos, é notoriamente dependente da mineração. Dados da Agência Nacional de Mineração

(IDE-SISEMA, 2018) indicam que o setor detém cerca de 1/3 da área descrita para fins de pesquisa e lavra. A porção Sul de Barão de Cocais também tem concessão de pesquisa mineral pelo segmento.

A Tabela 5 apresenta o comportamento climático observado em cada uma dessas classes, bem como suas respectivas características físicas predominantes.

Classes	Comportamento Climático	Características Físicas
1	Carga Térmica baixa e alto Potencial Dinâmico	Regiões de vegetação robusta expressiva, encaixadas em cotas altimétricas médias e baixas
2	Carga Térmica baixa e Potencial Dinâmico médio a alto	Regiões de drenagem ou de fundo de vale, com presença de vegetação e/ou massas d'água
3	Carga Térmica baixa a média e Potencial Dinâmico moderado	Regiões de campos com vegetação rasteira nativa ou resultante de ação antrópica
4	Carga Térmica e Potencial Dinâmico moderados	Regiões em cotas altimétricas altas, declives e com vegetação rasteira nativa. Encostas voltadas a orientações com baixa incidência solar
5	Carga Térmica moderada e baixo Potencial Dinâmico	Regiões urbanas ou próximas a urbanizações com vegetação rasteira ou alguma arborização
6	Carga Térmica média a alta e baixo Potencial Dinâmico	Regiões de urbanização consolidada, com baixa ou nenhuma vegetação
7	Carga Térmica alta e baixo Potencial Dinâmico	Regiões de urbanização muito intensa, com baixa ou nenhuma vegetação

Tabela 5: Classes de comportamento climático observadas. Fonte: os autores.

O gráfico do panorama geral do Quadrilátero Ferrífero em relação às classes observadas no Mapa de Análises Climáticas permite compreender o comportamento geral da região (Fig. 10). Além disso, com o objetivo de ilustrar o comportamento desses padrões em cada uma das cidades do QF, foi desenvolvido o gráfico de distribuição das classes por município (Fig. 11).

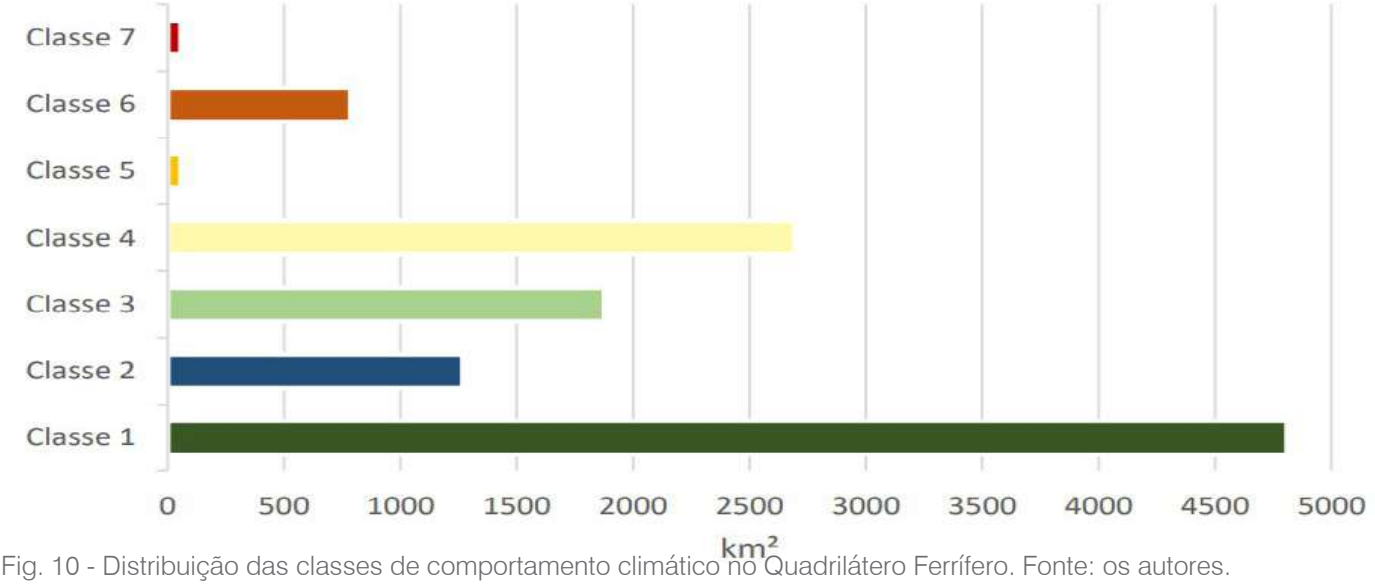


Fig. 10 - Distribuição das classes de comportamento climático no Quadrilátero Ferrífero. Fonte: os autores.

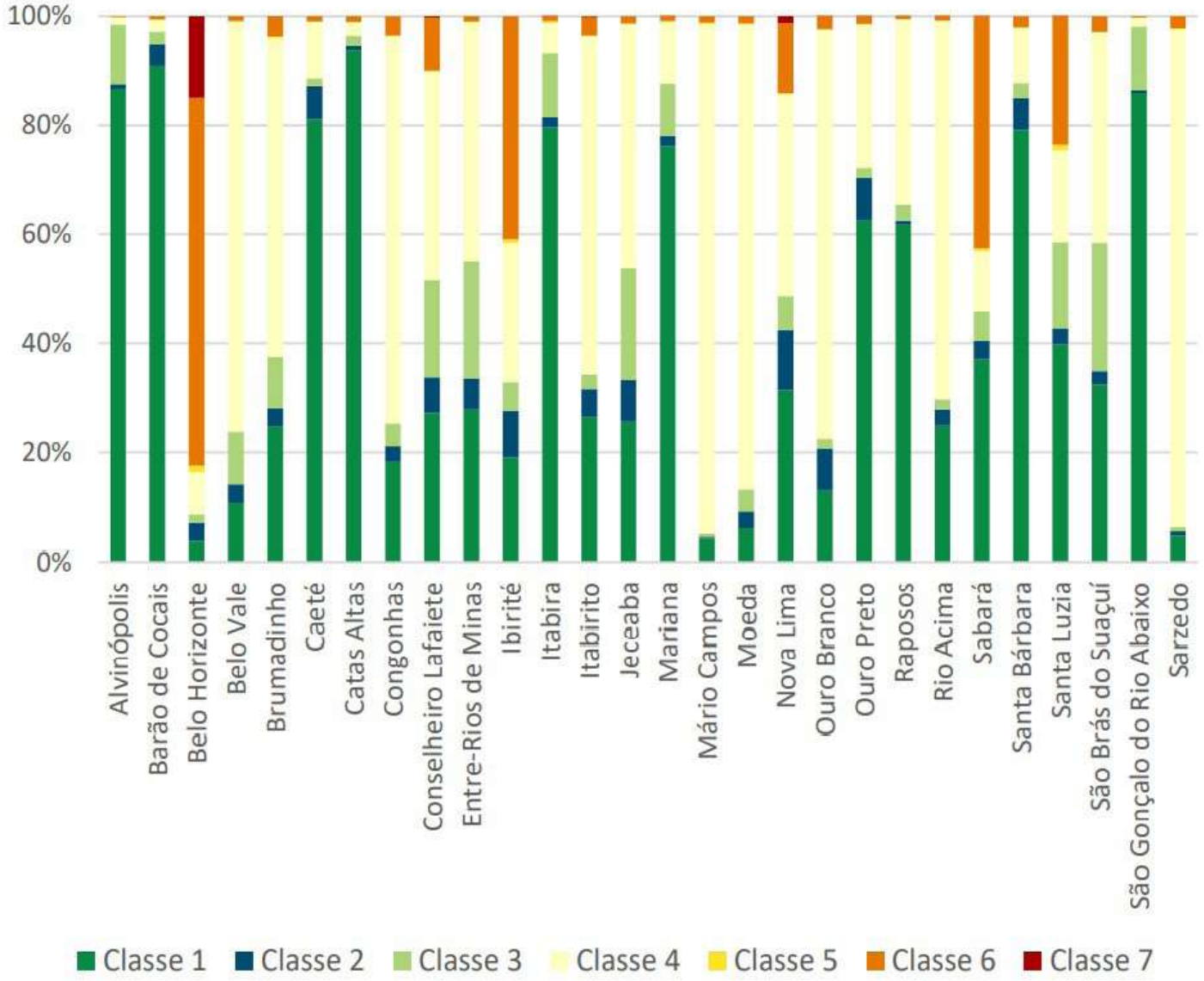


Fig. 11 - Distribuição das classes de comportamento climático por município. Fonte: os autores

Algumas das cidades da Região Metropolitana de Belo Horizonte apresentam como característica comum a disparidade da presença da classe 6 quando comparadas aos demais municípios do Quadrilátero Ferrífero. Sabará, Ibirité, Santa Luzia e Nova Lima, apresentam cerca de 43%, 41%, 23% e 13% ocupados por essa classe, sendo que Nova Lima apresenta, ainda que de maneira ínfima, trechos do padrão relativo à classe 7.

Embora Belo Horizonte seja apenas 1 dos 26 municípios em análise, o maior contingente populacional do Estado está localizado na cidade. Os padrões de comportamento climático de classe 1, 2 e 3 representam menos de 10% de toda a área municipal, enquanto as classes 6 e 7, notoriamente mais desfavoráveis devido ao acúmulo de carga térmica, representam cerca de 270 km^2. Em contrapartida, os 3 municípios de maior extensão territorial – Itabira, Mariana e Ouro Preto, têm a presença dos padrões de comportamento climático de Classe 1 e 2 em cerca de 82%, 77% e 70%, respectivamente. Esses são também municípios intimamente ligados à mineração, tendo conhecidamente sofrido grandes alterações físicas devido às atividades do setor.

Mapa de Recomendações ao Planejamento Climático do Quadrilátero Ferrífero

Apresenta-se como proposta do trabalho o Mapa de Recomendações ao Planejamento Climático do Quadrilátero Ferrífero, representado em um grid 1x1 km e subdivido em 6 classes (Fig. 12). A definição das classes do mapa parte das observações apreendidas por meio do Mapa de Análises Climáticas, sendo que, quando pertinente, foram realizadas reclassificações para agrupar áreas com padrões similares de comportamento (Tabela 6). A definição de demandas de cada classe resultante, no que diz respeito às estratégias de ação, teve relação com as possibilidades e necessidades de conservação de atributos de valor para a atuação climática quanto ao aquecimento, transformação e da mitigação de riscos (SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DE HONG KONG, 2006; REN e NG, 2020).

O mapa síntese das recomendações ao planejamento climático do QF, juntamente à coleção de mapas inicias e de sínteses parciais elaborados, foram apresentados a participantes de um workshop de Geodesign, no âmbito do projeto de pesquisa Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da Paisagem para a região do Quadrilátero Ferrífero-MG - que teve como foco a questão ambiental do QF (MOURA et al., 2022). Nesse workshop, uma vez realizado a leitura das informações cartográficas sobre a área de estudo, foram elaboradas e negociadas ideias para atender às especificidades do desafio climático e ambiental. Na Tabela 6 está a coleção de ideias para cada classe, através de recomendações com foco na redução da carga térmica e no aumento do potencial dinâmico.

Para além das recomendações supracitadas, sugere-se, para a escala regional, o zoneamento ambiental da região do Quadrilátero Ferrífero, para fins de criação de cinturões verdes urbanos; para a instituição de áreas restritivas devido a interesses ambientais comuns; e para aumento do trânsito da fauna local

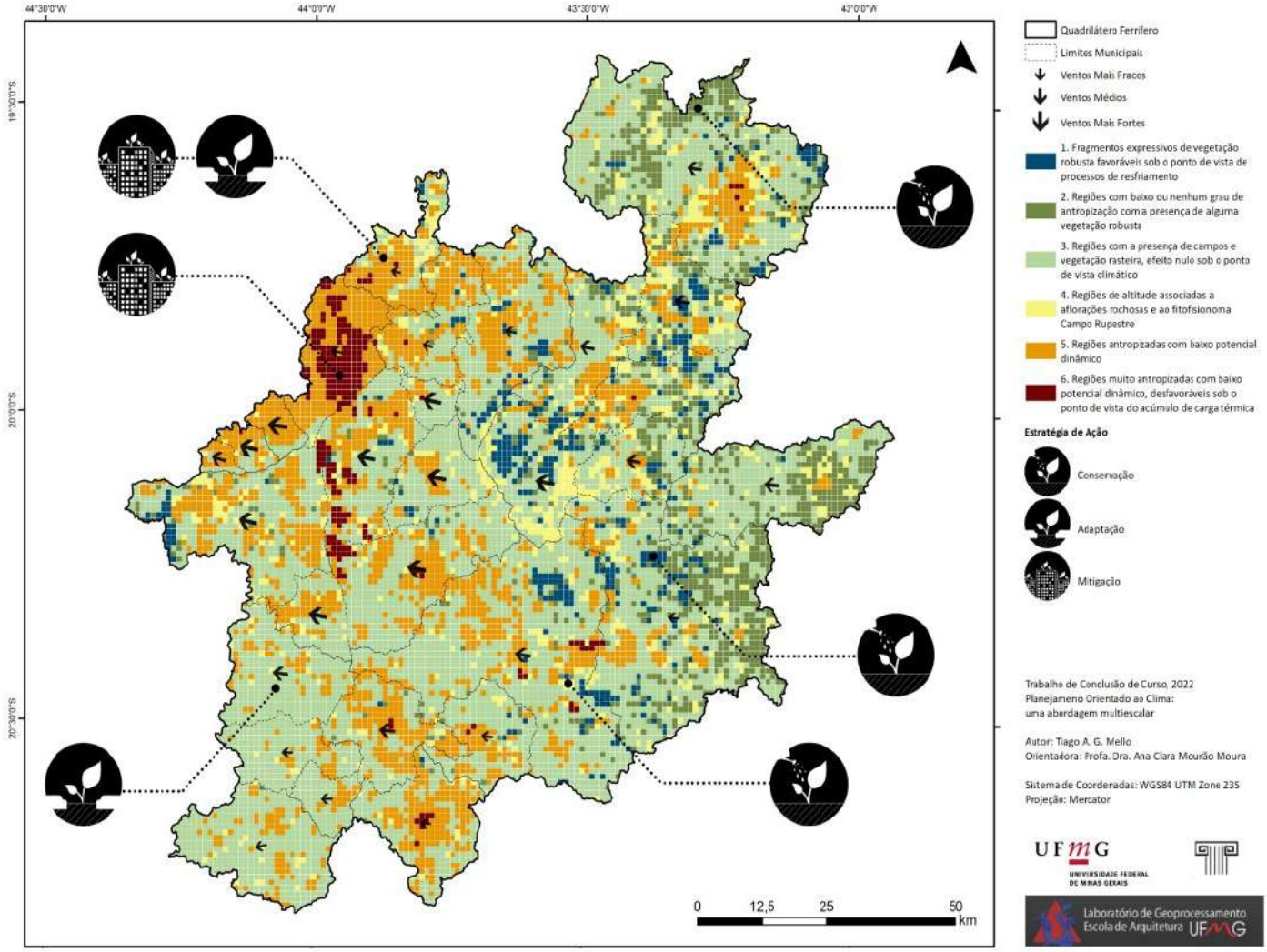


Fig. 12: Mapa de Recomendações ao Planejamento Climático do Quadrilátero Ferrífero. Fonte: os autores, a partir de Mello, 2022.

Classes de Comportamento identificadas no Mapa Regional de Análises Climáticas	Zonas de Ação estimadas para o Mapa Regional de Recomendações Climáticas	Impacto Termodinâmico	Referência	Estratégia de Ação	Recomendações Coletivas
1. Carga Térmica baixa e alto Potencial Dinâmico 2. Carga Térmica baixa e Potencial Dinâmico médio a alto	1. Valor em termos de atenuação de calor	•••	Parque Nacional da Serra do Gandarela (UC)	Conservação Necessária	Criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral para áreas de produção de ar frio associadas a altas declividades não protegidas; Recuperação, Ampliação e Conservação de fragmentos de vegetação robusta frágeis sob o ponto de vista da Ecologia da Paisagem, a partir da consideração da capacidade de subsistência arbórea; Recomposição de matas ciliares junto aos leitos de corpos d'água e realocação de atividades urbanas ou econômicas nessas regiões; Instituição de Áreas de Proteção Regional para as regiões de interesse hídrico, sob o ponto de vista do abastecimento urbano.
3. Carga Térmica baixa a média e Potencial Dinâmico moderado	2. Valor em termos de atenuação de calor	••	Região leste do município de Mariana	Conservação Desejável	Criação de políticas de conservação e de conscientização a respeito do valor cultural do Campo Rupestre mineiro; Incentivo fiscal aos agricultores de pequeno e médio porte para a adoção de práticas agroecológicas.
4. Carga Térmica e Potencial Dinâmico moderados	3. Neutro sob o ponto de vista do resfriamento ou do aquecimento	N/A	Picos das Serras da Moeda, do Gandarela e do Caraça	Adaptação Desejável	Manutenção das características físicas e uso sustentável de áreas de direitos de pesquisa e de lavra nos trechos de interesse cultural e/ou ambiental;
5. Carga Térmica Moderada e baixo Potencial Dinâmico	4. Neutro sob o ponto de vista do resfriamento ou do aquecimento	•	Urbanizações de menor impacto em geral	Conservação Desejável	Gerenciamento das condições urbanas, com vista à manutenção dos aspectos ambientais favoráveis em termos de resposta climática; Implementação de políticas de cunho ambiental.
6. Carga Térmica média a alta e baixo Potencial Dinâmico	5. Sensível em termos de aquecimento	••	Regiões centrais das sedes municipais em geral	Adaptação e Mitigação Necessárias	Implementação de novos parâmetros urbanísticos, baseados em normas técnicas vigentes de desempenho ambiental, na adaptação bioclimática, na qualidade paisagístico-ambiental urbana e na cultura da região; Criação e execução de planos de arborização para vias públicas, com uso de espécies nativas propícias ao uso urbano, e incentivo fiscal para o plantio de indivíduos de médio a grande porte em lotes unifamiliares que os comportem;
7. Carga Térmica alta e baixo Potencial Dinâmico	6. Muito sensível em termos de aquecimento	•••	Centralidades de Belo Horizonte.	Mitigação Necessária	Incentivo fiscal para a adoção de estratégias de mitigação climática a serem aplicadas para as edificações existentes, como aumento de áreas permeáveis, adoção de planos ou coberturas vegetados, alteração de superfícies emissivas ou reflexivas em fachadas etc.
Efeito Térmico (para aquecimento): •					Efeito Dinâmico (para resfriamento): •

Tabela 6: Recomendações para o planejamento com base no clima na região do QF. Fonte: os autores.

Proposição de Parâmetros e Projetos na Escala Local

Considerado o fato de que as urbanizações se mostraram como hotspots no Mapa de Análises Climáticas do QF e de Belo Horizonte - sobretudo a Regional Centro-Sul – foi de interesse abordar a questão da urbanização, porém na escala das cidades. Esta estratégia tem como premissa o levantamento de uma coleção de possíveis intervenções paramétricas ou de projeto com o potencial de favorecer o resfriamento em contextos de urbanização mais intensiva, e, para tanto, foi utilizada a regional Centro-Sul de Belo Horizonte como referência. A proposta apresenta potencial de reprodutibilidade e aplicabilidade nos demais contextos urbanos do QF e visa à colaboração no levantamento de estratégias naturais para o enfrentamento à crise ambiental no contexto das cidades brasileiras.

Serviços Ecossistêmicos e Infraestrutura Verde

Um dos maiores desafios para o planejamento urbano no século XXI é a identificação e a gestão dos Serviços Ecossistêmicos (SE) em áreas urbanas (STEFFEN et al, 2015). Os serviços ecossistêmicos correspondem às funções, processos e benefícios que derivam de recursos ecológicos, sendo essenciais para o bem-estar humano, para processos produtivos e estabilidade climática (MONTEIRO, 2016). Os serviços ecossistêmicos urbanos (SEU) é um termo utilizado identificar, avaliar e retratar a infraestrutura ecológica e seus produtos nas áreas urbanas. As informações levantadas são utilizadas para detectar as oscilações espaço-temporais na oferta-demanda dos serviços ecossistêmicos urbanos, e a partir disso determinar se as mudanças observadas são resultantes das intervenções humanas ou modificações desencadeadas por processos da natureza (ZAMAN-UL-HAQ et al, 2022).

Lidar com o estresse provocado pelo crescimento urbano aos seus ecossistemas e serviços implica em avaliações, esforços coordenados e medidas tangíveis para proteger os recursos ecológicos urbanos (ZAMAN-UL-HAQ et al, 2022). É possível existir riqueza de biodiversidade nas cidades e com ela a produção dos serviços ecossistêmicos (CBD, 2013 apud MONTEIRO, 2016), não somente as áreas naturais e intocadas pelo homem são capazes de prover tais serviços. Por isso, a compreensão dos serviços ecossistêmicos urbanos é fundamental para a escala municipal.

Outro conceito fundamental é o conceito de Infraestrutura Verde, uma vez que ela surge como uma alternativa para mitigar os efeitos da urbanização, proporcionando resiliência aos ecossistemas urbanos através da perspectiva da multifuncionalidade e interconectividade entre ambiente urbano e o natural. Consiste em redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, preferencialmente arborizados, interconectados de modo que reestruturam o mosaico da paisagem. Isto é,

tem como objetivo manter ou restabelecer os processos naturais e culturais mantendo o equilíbrio dinâmico, sustentável e resiliente do ecossistema urbano (BENEDICT e McMAHON, 2006; AHERN, 2007, VASCONCELLOS, 2015). Em um ambiente urbano consolidado a Infraestrutura-verde consiste em uma trama multifuncional verde-azul - Vegetação e sistema hídrico e drenagem - incorporando a renovação e adaptação da infraestrutura existente. (HERZOG e ROSA, 2010)

Porém, para constituir suporte para a resiliência das cidades, a Infraestrutura Verde deve ser bem planejada, implementada e monitorada. Para que seu planejamento seja eficaz é preciso ter uma abordagem sistêmica, abrangente e transdisciplinar, baseada em levantamento que considere aspectos abióticos, bióticos e culturais, conhecendo profundamente as condições locais. Além disso, deve ser um processo participativo contando com representantes de todos os segmentos da sociedade que serão afetados pelo projeto. (RIBEIRO, 2001; BOUCINHAS, 2007; COSTA et al., 2007; HERZOG e ROSA, 2010).

Sua aplicação ocorre também nas diferentes escalas. Na escala particular, ocorre com aplicações na edificação e no lote, como paredes e coberturas verdes, quintais e jardins, caixas de detenção; na escala local, com a arborização de ruas, canaletas e jardins de chuva; na escala municipal, através da criação de corredores ecológicos e ribeirinhos de modo a conectar parques existentes e/ou trabalhar a gestão de águas pluviais, a pavimentação drenante; e na escala regional, a conservação e manutenção das principais ligações da paisagem e dos habitats de animais, como reservas ecológicas e parques de conservação (VASCONCELLOS, 2015; PELLEGRINO e MOURA, 2017; ROCHA, 2019).

A seguir é apresentada a proposição estratégica de ações de parâmetros e intervenções urbanísticas verdes, resultante do estudo de Parametrização da Qualidade Ambiental Urbana em Diferentes Escalas de Abordagem (MORAIS, 2022). O estudo aborda as condições ambientais existentes quanto à presença da cobertura vegetal, partindo da Escala Regional (Quadrilátero Ferrífero), passando pela Escala Municipal (Belo Horizonte) chegando à Escala local (Regional Centro-sul/BH), discutindo critérios de planejamento para a qualificação dessas condições.

O estudo consistiu na análise de um conjunto de dados relacionado a ambientes naturais e aspectos antrópicos e suas correlações. A seleção das variáveis de análise considerou as potencialidades, os riscos, as vulnerabilidades, os valores e os conflitos de interesses, uma vez que aspectos como esses interferem e se reproduzem nas dinâmicas do território. O conjunto de informações contou com informações como cobertura verde (métricas de NDVI e Ecologia da Paisagem); biomas, áreas protegidas, uso e cobertura do solo, hidrologia (densidade de drenagem, potencial de recarga de águas pluviais, importância hídrica e tipologias de cursos d'água); temperatura de superfície; topografia; declividade; densidade

populacional, volume edificado, densidade volumétrica etc.

A associação e/ou sobreposição de todas as informações foram fundamentais para a identificação dos conflitos, riscos, potencialidades, vulnerabilidades e dinâmicas existentes no Quadrilátero Ferrífero em geral, e em Belo Horizonte em particular. Além de possibilitar a proposição de ações estratégicas entendendo que a infraestrutura verde pode e deve funcionar como uma rede de espaços interconectados e multifuncionais (Tabela 07).

Proposta (parâmetro)	Descrição	Benefícios
Jardins verticais	Empena verdes e coberturas verdes em fachadas	Ecológico, Microclima, Paisagem.
Telhado verde	Áreas vegetadas sobre casas ou edifícios residenciais, industriais, comerciais ou públicos. A vegetação pode ser rasteira, arbustiva ou arbórea. O telhado pode ser do tipo extensivo (com função ecológica); Semi-intensivo (telhado verde com design) e intensivo (jardim tipo parque). A implantação de telhados verdes em coberturas já existentes é importante para que se criem corredores verdes ecológicos, pois a multiplicação desses telhados pode ligar os centros urbanos com áreas naturais no entorno das cidades.	Ecológico, Drenagem, Microclima, Paisagem, Lazer.
Taxa de permeabilidade mínima	Área permeável do lote que deve estar sobre solo natural e parcialmente vegetada com vegetação arbustiva e/ou robusta. O cálculo da Taxa de permeabilidade mínima deve considerar não somente a dimensão do lote, mas também a capacidade de drenagem do solo (tipo de solo). Isto é, as áreas mais frágeis em termo de tipologia de solo (menos drenante), devem apresentar uma maior taxa de permeabilidade. Para as áreas que não forem possíveis praticar a permeabilidade, em função da densidade de ocupação e/ou saturação de infraestrutura em razão da ocupação é preciso adicionar proporcionalmente a taxa de permeabilidade outras formas de captura das águas pluviais, como telhado verde e caixa de captação. Exemplo: 30% de taxa de permeabilidade + 10% de recursos de captação.	Ecológico, Risco geológico, Microclima, Paisagem, Lazer.
Jardins comunitários	Criação de uma área verde em um terreno/lote que pode ser compartilhado por um grupo de pessoas. O proprietário tem permissão para registrá-lo na Prefeitura como espaço coletivo e em contrapartida, recebe incentivo governamental para requalificação e manutenção do espaço e um aluguel do espaço para uso coletivo. O grupo é responsável pela consolidação e manutenção do espaço.	Ecológico, Drenagem, Microclima, Paisagem, Lazer.
Parque linear	Áreas lineares de vegetação abrangendo rios e córregos, atuando de conduto biológico para a vida selvagem, contemplando a função de áreas de lazer, de mobilidade urbana (como ciclovias) e ainda podendo recuperar e requalificar áreas da cidade, bem como possibilitar a preservação de patrimônio histórico.	Ecológico, Risco geológico, Drenagem, Microclima, Paisagem, Lazer.
Volume vegetado	Criação de volume vegetado (vegetação arbórea) mínimo proporcional a área do lote e ao volume edificado, implantado nos fundos dos lotes, de modo que a multiplicação em todos os quintais crie uma espécie de corredor verde pela cidade.	Ecológico, Risco geológico, Drenagem, Microclima, Paisagem.
Corredores ecológicos urbanos	Espaços livres lineares que se ligam áreas não lineares ou grandes manchas de espaços naturais, constituindo sistemas de espaços, planejados, projetados e geridos para fins múltiplos, incluindo objetivos ecológicos, recreativos, culturais, estéticos e produtivos, compatíveis com o conceito de sustentabilidade	Ecológico, Risco geológico, Drenagem, Microclima, Paisagem.
Ruas verdes	Ruas com arborização intensa. São ruas de circulação viária mais restritas, privilegiando o trânsito de pedestres e ciclistas. A arborização deve dar preferência a vegetação nativa que promova biodiversidade urbana e com indicação adequada a cada uso. As ruas devem ser compostas por outros recursos da infraestrutura verde como: jardim de chuva, pavimentos porosos, valas vegetadas (biovaletas) etc.	Ecológico, Drenagem, Microclima, Paisagem, Lazer.
Reservatório de detenção em lote	Obter o retardamento do acesso das águas pluviais à rede de drenagem, compatibilizando os fluxos de entrada e saída do reservatório. O critério de dimensionamento do reservatório deve considerar que a condição de saída não pode ser pior do que o lote teria em sua condição "natural", isto é, antes da "urbanização", ou seja, considerar a condição do antes de certo nível de desenvolvimento urbano.	Drenagem, Microclima.
Jardins de chuva	Jardins de chuva em cotas mais baixas, que podem ser projetadas nas ruas ou nos edifícios, para receber as águas do escoamento superficial de áreas impermeáveis.	Ecológico, Risco geológico, Drenagem, Microclima, Paisagem.
Biovaletas / valas vegetadas	Dispositivos constituídos por meio de depressões escavadas no solo, cujo objetivo é coletar as águas pluviais do escoamento superficial para serem armazenadas temporariamente. As valas são vegetadas configurando jardins lineares. Podem ser implementadas em áreas comuns de loteamentos, ao longo de ruas, avenidas, estradas, paralelos aos VLT/metrô, em estacionamentos, em limites de propriedades etc.	Ecológico, Risco geológico, Drenagem, Microclima, Paisagem.
Bacia de detenção	Depressão vegetada que durante o período de chuvas recebe as águas diminuindo o escoamento superficial e consequentemente retardando a entrada das águas pluviais no sistema de drenagem.	Ecológico, Drenagem, Microclima, Paisagem, Lazer.

Tabela 07: Informações gerais de todas as propostas.Fonte: os autores.

A aplicação de cada uma das propostas implica o compromisso do entendimento do lugar para compreender as capacidades existentes, reforçando a importância e a relevância da abordagem multiescalar.

Os instrumentos, parâmetros e intervenções de projeto propostos estão presentes em resumo, contendo informações do título comumente associado à ideia ou criado para a proposta, a descrição e os benefícios associados a ela. O diagrama seguinte apresenta os mapas da análise ambiental, imagens ilustrativas da aplicação das propostas em contexto urbano e os mapas de zoneamento indicando as áreas mais adequadas na unidade administrativa Centro-Sul para receber cada uma das intervenções/ações propostas (Fig. 13, Fig. 14). Os zoneamentos foram realizados sobrepondo as informações mais importantes – referentes a cada uma das propostas, do conjunto cartográfico produzido.

A instrumentalização através de parâmetros ambientais permitirá a conservar e restauração dos serviços ecossistêmicos em áreas urbanas, buscando também a redução dos insumos consumidos e dos dejetos produzidos pela cidade, de modo a alinhando com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, mitigar os efeitos das mudanças climáticas e tornar as cidades mais justas, saudáveis e resilientes. Os parâmetros e intervenções aqui apresentados que podem servir como norteadores da política urbana ambiental, de forma a estabelecer o comprometimento com a gestão sustentável dos recursos naturais, proteger e qualificar o ecossistema urbano, com a redução de risco de desastres e alterações climáticas, concomitantemente à promoção do desenvolvimento econômico sustentável e do bem-estar e da qualidade de vida.

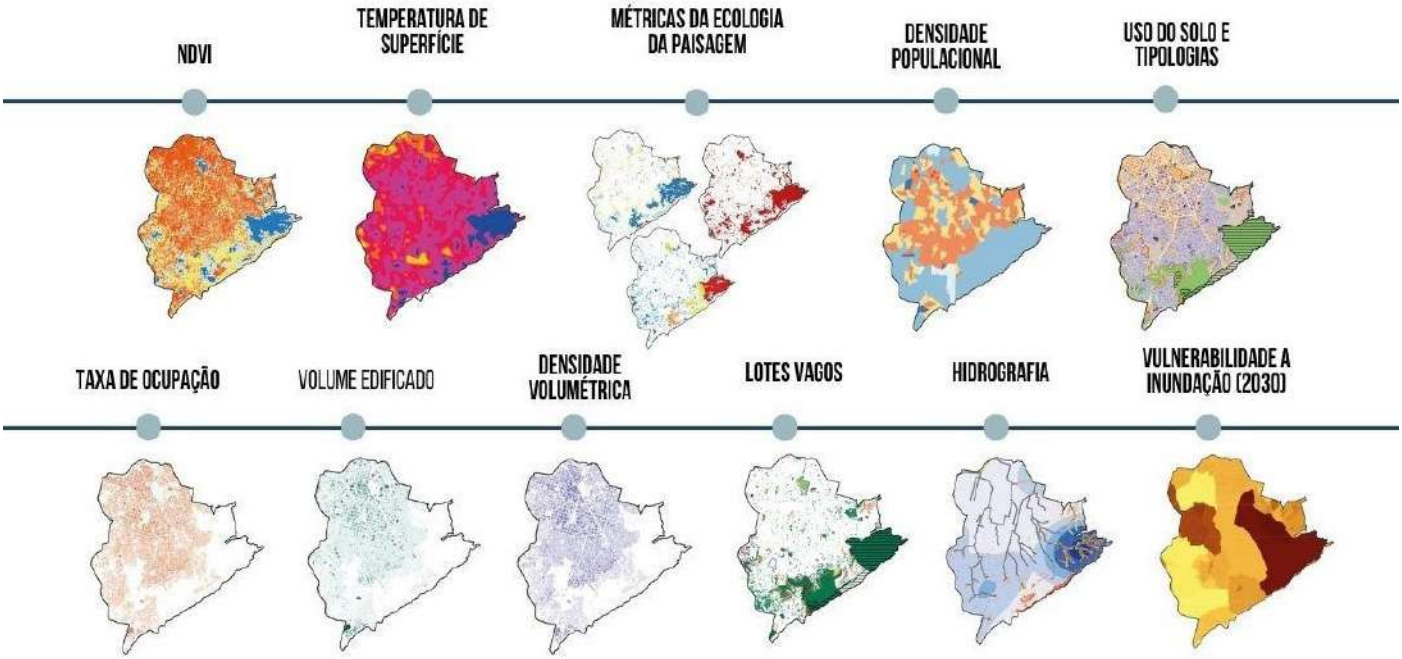


Fig. 13 - Conjunto de dados da análise ambiental (Regional Centro-Sul/BH). Fonte: os autores, a partir de dados da PBH, IBGE, imagens Sentinel.

Fig. 14 - Propostas e mapas de zoneamento. Fonte: os autores, a partir de Morais, 2022.

Discussões e Conclusões

O Quadrilátero Ferrífero apresenta importante valor ambiental, econômico, social e cultural para Minas Gerais. A elaboração do Mapa Regional de Análises Climáticas a partir de métodos de multicritérios favoreceu a compreensão dos padrões de comportamento climático da região. Foi possível identificar a relevância da Mata Atlântica no que tange ao efeito dinâmico, sendo que o bioma exerce grande influência sobre Belo Horizonte - capital e município com maior contingente populacional do estado e sexta cidade mais populosa do Brasil. Por outro lado, destaca-se o fato de alguns fragmentos expressivos do bioma não apresentarem boas condições de conservação sob o ponto de vista da Ecologia da Paisagem, o que pode representar uma fragilidade de ordem climática para a região. Ficou também em evidência o comportamento dos centros urbanos na região, que figuram como hotspots de carga térmica. Como possível desdobramento, sugere-se a investigação dos fluxos de vento por meio do uso de simulações computacionais, visto que as estações meteorológicas disponíveis não apresentam quantidade e distribuição necessárias para análises mais precisas.

A elaboração do Mapa de Recomendações ao Planejamento Climático teve como objetivo fomentar discussões propositivas para a região e favoreceu a seleção de possíveis medidas a serem tomadas a partir de critérios de semelhança em termos de comportamento ambiental. A coleção de recomendações em si partiu tanto de conhecimentos técnicos prévios, quanto da literatura e da construção coletiva de ideias - gerada a partir de um workshop de Geodesign. Foram apontadas possibilidades de ação e seus respectivos impactos nas condições existentes.

Através da proposição de parâmetros urbanísticos verdes, buscou-se dar visibilidade às possibilidades de ações, integrando diferentes funções (princípio da multifuncionalidade), e contemplando a possibilidade de atuação para os diferentes atores - poder público, iniciativa privada e sociedade civil. As propostas também contemplaram ações de curto a longo prazo e consideram os diferentes benefícios ambientais e sociais envolvidos, como melhoria de clima, da drenagem, de áreas de lazer etc. As propostas partiram do conceito de infraestrutura verde de modo a favorecerem a mitigação dos problemas causados pelo modelo de urbanização tradicional que, em geral, não contempla a estrutura e os processos que ocorrem na paisagem. A proposição de parâmetros e a indicação de um zoneamento para a regional de estudo pautados nas análises ambientais podem servir posteriormente como ponto de partida para discutir e lidar com a questão das necessidades das áreas verdes urbanas.

Referências Bibliográficas

AHERN, Jonh. Green Infrastructure for Cities: The Spatial Dimension. In: Cities of the Future – Towards Integrated Sustainable Water Landscape Mangement, (orgs.) Novotny, V. e Brown, P. IWA Publishing, London, 2007. pp. 267-283.

AZEVEDO, Úrsula R.; MAGELA, Maria Márcia M.; CASTRO, Paulo T. A.; RENGER, Friedrich Ewald; TREVISOL, Andreá; BEATO, Décio A. C. Geoparque Quadrilátero Ferrífero - Proposta (Volume I). CPRM, 2012. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17149

AYOADE, Jo. O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. Difusão Editorial S.A., São Paulo, 1986. ISBN: 8528604276

BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. Atmosfera, Tempo e Clima. Ed. Bookman, Porto Alegre, 9ª ed., 2013. ISBN: 9780415465700

BASTOS, Maria Rosário; RIBEIRO, João Pedro C. Climate Change in Human History. (in) Climate Action: Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. 190-200. Springer Publishing, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-319- 95885-9

BENEDICT, Mark A.; McMAHON, Edward T. Green Infrastructure – Linking Landscapes and Communities. Island Press, Washington, 2006.

CASTRO, Paulo T. A.; ENDO, Issamu; GANDINI, Antônio Luciano. Quadrilátero Ferrífero: avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Belo Horizonte: 3i Editora, 2020.

COSTA, Lucia; FARAH, Ivete; BOUCINHAS, Caio. Trialogue process in landscape design. 47th ISOCARP Congress - Urban Trialogues: Co-produtive ways to relate visionning and strategic urban projects. Antuérpia: ISOCARP, 2007. p. 19-23.

FARR, Douglas. Sustainable Urbanism – Urban design with nature. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ, 2008.

FERREIRA, Daniele G.; ASSIS, Eleonora S.; KATZSCHNER, Lutz. Construção de um Mapa Climático Analítico para a cidade de Belo Horizonte, Brasil. urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana, 9, 2017. https://doi.org/10.1590/2175- 3369.009.SUPL1.AO01

FREITAS, Ruskin. F. M.; AZERÊDO, Jaucele F. F. A.; CARVALHO, Laís T.; COSTA, Renato F. Mapa Climático como instrumento para o Planejamento Urbano. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais - Ambiente, Gestão e Desenvolvimento, V. 23, 2021. https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.202108pt

HERZOG, Cecília P. Guaratiba Verde: subsídios para o projeto de infraestrutura verde em área de expansão urbana na cidade do Rio de Janeiro. 2009. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Urbanismo/PROURB (Rio de Janeiro)

HERZOG, Cecília P.; ROSA, Lourdes Z. Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. Revista LABVERDE, (1), 92-115, 2010.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Cambridge University Press, Cambridge, UK. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf

MACHADO, Lilian A; ASSIS, Wellington P. Proposta metodológica de mapeamento de unidades topoclimáticas. Revista Brasileira de Climatologia, v. 21, 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v21i0.50779.

MANDAROLA JR, Eduardo. As escalas da vulnerabilidade e as cidades: interações trans e multiescalares entre viabilidade e mudança climática. Trabalho apresentado no XIV Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós[1] Graduação em Planejamento Urbano e Regional. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=ser457-cst310:marandola_2011.pdf

MELLO, Tiago A. G. Planejamento Orientado ao Clima: uma abordagem multiescalar. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (2022).

MONTEIRO, Mônica dos S. Serviços Ecossistêmicos como diretriz para o planejamento urbano: uma análise da Área Metropolitana do Rio de Janeiro. 2016. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da PUC-Rio (Rio de Janeiro).

MOURA, Ana Clara M. Escolhas Conscientes em Tecnologias de Geoinformação para Representação, Análise, Simulação e Proposição para um Território: Suporte ao Geodesign. In.: SUTIL, Thaíse, PEREIRA, Jori R.; LADWIG, Nilzo I.; ZOCCH, Jairo J.; PEREIRA, Jader L. Geoprocessamento na análise ambiental. Criciúma (SC): Unesc, 2020. Cap. 1, p. 11-68. http://dx.doi.org/10.18616/geop01

MOURA, Ana Clara M.; JANKOWSKI, Piotr. Contribuições aos estudos de análises de incertezas como complementação às análises multicritérios - "Sensitivity Analysis to Suitability Evaluation". Revista Brasileira de Cartografia (2016), n. 68/4, Edição Especial Geoinformação e Análise Espacial: p. 665-684. ISSN: 1808-0936

MOURA, Ana Clara M.; MORAIS, Camila F.; MELLO, Tiago A. G. (2022), "Geodesign and Sustainable Development Goals in the environmental parameterization of the Iron Quadrangle region, Brazil: an academic experience", International Journal of Building Pathology and Adaptation, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. https://doi.org/10.1108/IJBPA-11-2021-0143

MORAIS, Camila F. Parametrização da qualidade ambiental urbana em diferentes escalas de paisagem. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (2022).
NG, Edward; CHAO, Ren. (ed.). The Urban Climatic Map for Sustainable Urban Planning. Routledge, 2020. ISBN: 978-0367670016.
PELLEGRINO, Paulo R. M.; MOURA, Newton C. B. Estratégias para uma infraestrutura verde. Barueri: Manole, 2017.
RAPINI, Ana Laura; RIBEIRO, Patrícia L; LAMBERTI, Sabrina; PIRANI, José Rubens. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. Megadiversidade, 4, 15–23, 2008.
RIBEIRO, Carlos A.; BRAZ, Aluízio; SILVA, F. Mapa de Análises Climáticas de João Pessoa – Paraíba. XII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (anais), 2013.
ROCHA, Nicole A.; CASAGRANDE, Pedro; MOURA, Ana Clara M. Análise Combinatória e Pesos de Evidência na produção de Análises de Multicritérios em Modelos de Avaliação. Geografía y Sistemas de Información Geográgica (GEOSIG), Luján, Año 10, Número especial, 2018. ISSN: 1852-8031
ROCHA, Nicole A. da. Geoprocessamento na parametrização de áreas verdes urbanas: Contribuições ao Plano de Cobertura Vegetal e Arborização Urbana. 2019. Tese doutorado, Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte).
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DE HONG KONG; UNIVERSIDADE CHINESA DE HONG KONG - CUHK. Urban Climate Map and Standards for Wind Environment - Feasibility Study (Final Report), 2006. Disponível em: https://www.pland.gov.hk/pland_en/p_study/prog_s/ucmapweb/ucmap_project/content/reports/final_report.pdf. Acesso em: 01 ago. 2021.
SOUZA, Vladimir S. Mapa Climático Urbano da cidade de João Pessoa. Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Paraíba. Mestrado (dissertação). Paraíba, 2010.
VASCONCELLOS, Andrea A. de. Infraestrutura verde aplicada ao planejamento da ocupação urbana. 1ed., Curitiba: Appris, 2015
ZAMAN-UL-HAQ, Muhammad; SAQUIB, Zafeer; KANWAL, Ambrina; NASEER, Salman; SHAFIQ, Muhammad; AKHTAR, Nadia; BOKHARI, Syed.A.; IRSHAD, Azeem; HAMAM, Habib. The Trajectories, Trends, and Opportunities for Assessing Urban Ecosystem Services: A Systematic Review of Geospatial Methods. Sustainability 2022, 14, 1471.

CAPÍTULO 10
PROCESSOS PARAMÉTRICOS PARA OTIMIZAÇÃO DE PERCURSOS RESILIENTES NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Silvio Romero Fonseca Motta

Paulo Renato Mesquita Pellegrino

Ana Clara Mourão Moura

Resumo

O capítulo apresenta um estudo de aplicação de processos paramétricos para busca de soluções resilientes no projeto da paisagem. O problema escolhido para o estudo foi a otimização de um percurso resiliente no Quadrilátero Ferrífero, considerando sua paisagem, seus fenômenos diversos, suas interações, e o nível de importância de cada fenômeno para a definição do percurso. Assim, foi feita uma fundamentação teórica sobre processos paramétricos e análise multicritério, seguido do desenvolvimento de um algoritmo para uma ferramenta paramétrica. O algoritmo é um modelo dinâmico que faz a leitura dos fenômenos georreferenciados no território e permite a escolha pelo usuário dos critérios para a otimização. O usuário pode ser projetista ou pessoa do local e tem a liberdade de definir fenômenos a considerar, seus níveis de importância, pontos de interesse do percurso. Para realizar uma prova de conceito (proof of concept) da metodologia proposta foi otimizado um percurso para quatro cenários diferentes, com vistas a demostrar o potencial da simulação *if-then* (criação de cenários) como recurso de suporte a decisões sobre futuros alternativos para um território. Por fim, é feita uma discussão dos resultados observados e da importância do conhecimento e entendimento dos fenômenos da paisagem e suas relações ecossistêmicas para o planejamento e projeto eficazes e resilientes das paisagens. Como prova de conceito, o artigo contribui para a defesa e ilustração do potencial de aplicação de modelagem paramétrica no planejamento da paisagem.

Introdução

O presente capítulo apresenta uma contribuição dos processos paramétricos para investigação de soluções resilientes no projeto da paisagem. O estudo adotou métodos e ferramentas de modelagem paramétrica no processo de projeto de percursos e trilhas no quadrilátero ferrífero. Trata-se de uma prova de conceito (*proof of concept*) de aplicação de simulação paramétrica para o emprego da lógica do se-então (*if-then)*, associada a estudos preditivos para a transformação da paisagem.

As tecnologias geoespaciais, conhecidas pelo nome genérico de geoprocessamento, têm transformado o modo e as possibilidades de se planejar o território, sobretudo com o emprego de recursos de geovisualização. Os recursos são aplicados em etapas de representação da área de estudo (produção de dados georreferenciados segundo diferentes características do recorte de estudo), produção de estudos diagnósticos e prognósticos (por integração de variáveis, para identificação de concentração de ocorrências, área de influência de fenômenos e análise de potencialidades e vulnerabilidades), elaboração de cenários preditivos (*if-then*, simulando possíveis respostas resultantes de escolhas ou de variações de parâmetros e seus valores) e os estudos propositivos (principalmente por cocriação, como é o exemplo do Geodesign).

O estudo passa pela etapa de criação de dados na forma de mapas temáticos específicos, mas tem seu foco na simulação preditiva, com vistas a dar suporte à decisão. Diferentes cenários podem resultar de diferentes escolhas, combinações e condições. O pesquisador, com os recursos de modelagem paramétrica e visualização dinâmica de resultados, faz ajustes no modelo baseado em visual-driven, empregando as possibilidades da geovisualização. (MOTTA, MOURA e RIBEIRO, 2017).

O projeto desenvolvido teve como proposta o traçado de percurso considerando seu impacto em fenômenos presentes no território. Foram considerados os fenômenos: atrativos naturais; declividade; estradas sem pavimentação; estradas principais; hidrografia; manchas urbanas; nascentes; picos e serras; unidade de conservação; vegetação. Um modelo paramétrico fez leitura, espacialização e definição das importâncias desses fenômenos e otimizou um traçado de baixo impacto para um percurso resiliente. A otimização foi realizada através de álgebra de mapas com análise multicritério.

A seguir é apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre: processos paramétricos; análise multicritério; e os resultados e conclusões do estudo.

Processos Paramétricos

Os processos paramétricos vêm sendo utilizados para concepção do espaço em suas várias escalas e complexidades (ZHANG e LIU 2021; FLORIO, 2011; SCHUMACHER, 2009; LEACH, 2009; TERZIDIS, 2006). A incorporação das relações dessas escalas e complexidade ampliam a capacidade do planejador de gerar espaços com melhores soluções.

O interesse pelo uso de processos paramétricos cresce à medida em que seus métodos e ferramentas são aprimorados e ampliados. A ampliação de métodos e ferramentas de modelagem paramétrica potencializa tanto a concepção do

espaço pelos projetistas especialistas, quanto possibilita a participação e colaboração de diversos atores produtores do espaço. Assim, os processos paramétricos dão suporte às decisões projetuais do arquiteto urbanista e paisagista, e também possibilita a participação e colaboração do usuário do espaço no processo de concepção e tomada de decisões.

A modelagem paramétrica deve estar estruturada de modo a ser um modelo contextualizado de representação dos fenômenos físicos e sociais, seus metadados, relações e contextos (STAVRIC e MARINA, 2011). A partir de um modelo paramétrico espacial contextualizado é possível promover interações para cooperação e colaboração, inclusive em ambientes virtuais (CHEN e LIN, 2018). Esse modelo pode incorporar as características do espaço, simular tanto performance das propostas projetuais, quanto a percepção social e humana das mesmas, possibilitando uma melhor compreensão da paisagem proposta.

A modelagem paramétrica é incorporada a metodologias projetuais, conhecidas em termos gerais como Design Computacional (Computational Design) e Projeto Orientado por Algoritmos (Algorithmic Aided Design ou AAD) (TERZIDIS, 2006). O processo de projeto acontece através de análise, modelagem e síntese de dados, possibilitando a criação de regras de relações e de variações de parâmetros, de forma interativa, gerando alternativas de soluções projetuais. Simulação, análises e otimizações dessas soluções possibilitam projetos generativos (CELANI e VAZ, 2012).

Os processos paramétricos de projeto utilizam de modelos paramétricos essencialmente como uma ferramenta dinâmica de banco de dados. Através dele podemos modelar os dados de um problema projetual, compartilhando, compreendendo e incorporando novos dados ao mesmo. Esse processo de síntese do problema, a partir da descrição de seus parâmetros, acontece através da organização, análise, reanálise e contextualização do conhecimento existente.

Na síntese de dados, parâmetros preenchem lacunas do conhecimento e são meios de experimentações e geração de conhecimento. Do ponto de vista da concepção do espaço, a modelagem paramétrica, incorporada ao processo de projeto, amplia as experimentações e o conhecimento aplicado às soluções projetuais. O conhecimento incorporado deve ser especialmente científico, de modo que as soluções propostas e geradas são embasadas na ciência, indicando os caminhos possíveis, eficientes e efetivos.

A capacidade de incorporar as evidências científicas, analisar e simular as repercussões das decisões projetuais, mostra a contribuição da modelagem paramétrica para o planejamento e apoio à tomada de decisões. É possível avaliar as repercussões de ações feitas e estabelecer as relações causais dessas decisões.

Assim pode-se simular com mais precisão as repercussões de ações propostas.

As análises podem ser feitas de forma conjunta por várias áreas do conhecimento, como Arquitetura, Engenharia, Meio Ambiente. Uma abordagem transdisciplinar aplicada ao processo de projeto paramétrico permite a incorporação de diversos olhares num processo coparticipativo (NORSTRÖM et al. 2020). A transdisciplinaridade introduz tanto uma diversidade de áreas de conhecimento científico, quanto também uma diversidade de práticas, percepções e ideias. No processo paramétrico transdisciplinar possibilita trabalhar de forma colaborativa, gerando novas ideias e conhecimentos (TRESS, TRESS e FRY, 2005).

Como processo transdisciplinar e colaborativo, o projeto paramétrico aproxima os projetistas da realidade e dos tomadores de decisão, embasando políticas públicas eficientes para os problemas contemporâneos. A busca por soluções para os problemas se desenvolve por equipes compostas de diversos atores, atuando através de uma comunicação transparente e inclusiva. Grupos heterogêneos visualizam as possibilidades das diferentes alternativas de projeto através do modelo paramétrico. O modelo paramétrico se traduz em ferramenta de um ambiente de conversa, discussão e estabelecimento de confiança entre os atores. Os atores da concepção e produção social e ambiental do espaço incluem especialistas e não-especialistas, sendo a eficiência do diálogo um dos desafios para o sucesso (KARAM-GEMAEL et al, 2018; TOOMEY, 2016).

Os processos paramétricos se colocam como importantes ferramentas para proporcionar sinergia no diálogo entre especialistas, sociedade e tomadores de decisão. Essa sinergia é fundamental para implantação de políticas e soluções efetivas dos problemas contemporâneos, como a sustentabilidade (TOOMEY, KNIGHT e BARLOW, 2017). A sustentabilidade é um desafio atual e urgente, unindo as dimensões ambiental, econômica e social. A síntese do conhecimento direcionada para a inovação através da participação colaborativa e transdisciplinar potencializa a prática a partir da ciência para soluções efetivas e eficiência dos problemas socioambientais (MAZZUCATO, 2018; LYNCH et al., 2015). Os processos paramétricos contribuem efetivamente para uma síntese direcionada à inovação e soluções efetivas.

Através de processos paramétricos podem ser organizados bancos de dados existentes, fazer análises sistemáticas de fenômenos, políticas e soluções, e criar cenários futuros baseados em dados quantitativos e qualitativos, envolvendo grupos colaborativos, em uma coprodução de ideias e soluções. Como ferramenta de um ambiente diverso, com trocas de ideias bidirecionais de diferentes disciplinas, diálogos entre acadêmicos e não acadêmicos, os processos paramétricos aproximam pesquisadores e tomadores de decisão, embasando melhores políticas e soluções (DA ROCHA et al., 2020), em várias áreas do conhecimento, com destaque

para a paisagem e meio-ambiente (CARPENTER et al., 2009).

A perspectiva colaborativa e inclusiva aberta pelos algoritmos potencializa a diversidade de conhecimentos e práticas em todos as fases de um projeto, sendo especialmente adequado para a resolução de problemas de paisagem socioambiental (MAUSER et al., 2013). Os modelos algoritmos paramétricos definidos a partir de problemas reais, de relevância sócio ambiental para a paisagem, criam cenários baseados nas relações humanas com a natureza, permitindo compreender as soluções baseadas na relação homem-natureza (LUNDQUIST et al., 2017).

Os problemas contemporâneos na paisagem e seu meio-ambiente incluem a degradação de ecossistemas nativos pela ação antrópica e mudanças climáticas. A perda desses serviços ecossistêmicos traz prejuízos para a paisagem e bem-estar humano (DÍAZ et al., 2018; WHITMEE et al., 2015). Assim, a busca por soluções sustentáveis e saudáveis, que promovam o bem-estar e a saúde, é tema fundamental na atualidade (FRANTZESKAKI et al., 2017; GASTON, 2010).

Os processos paramétricos com suas características inovadoras e colaborativas se apresentam como importante contribuição para a sustentabilidade da paisagem. A sustentabilidade da paisagem é “a capacidade de uma determinada paisagem de prover, de forma regular e no longo prazo, serviços ecossistêmicos que são essenciais para a manutenção e melhoria do bem-estar humano” (WU, 2013). Através do projeto paramétrico da paisagem é possível descrever o modelo de assentamento, seus ambientes ecossistêmicos naturais, seus ambientes construídos antrópicos, suas tipologias, diferentes arranjos e distribuições.

Eles são uma ferramenta adequada para o planejamento espacial das paisagens. O seu emprego permite simular a construção de paisagens multifuncionais a partir dos algoritmos, incluindo métodos de inteligência artificial. A modelagem desses aspectos enquanto atributos permite simular o desempenho de determinadas soluções (EASTMAN et al., 2011).

Nessa abordagem, o processo de projeto da paisagem e suas diversas fases como concepção, análises e execução têm em bases de parâmetros, metadados e regras, integrando serviços ecossistêmicos com as necessidades da sociedade. O projeto da paisagem pode incorporar cientificamente soluções de baixo impacto ambiental. O uso de soluções de baixo impacto, baseadas na natureza, vem sendo defendido como mais efetivo e menos custoso do que as soluções baseadas em infraestrutura exclusiva antrópica (COHEN-SHACHAM et al., 2016).

Essas soluções são ações ambientais na paisagem adaptadas aos ecossistemas, restaurando a ecologia do ambiente (BENEDICT el al., 2012). O objetivo é implementar soluções que conservem e promovam a biodiversidade e o bem-estar

humano a partir da resiliência e funcionamento dos ecossistemas naturais. Assim, são gerados ganhos diretos e indiretos, sociais e econômicos, usando de forma racional os recursos naturais, atendendo às necessidades ambientais, sociais, culturais e econômicas.

Paisagens baseadas em soluções otimizadas de baixo impacto possuem diversidade de serviços ecossistêmicos, grande qualidade de vida e bem-estar, e também resiliência e adaptabilidade às ações antrópicas degenerativas, entre as quais as mudanças climáticas. Os processos paramétricos podem simular variações das propostas de modo a avaliar o grau de resiliência e adaptabilidade das opções de soluções. Os sistemas propostos se adaptam através de um modelo paramétrico aos parâmetros do projeto. A possibilidade de confrontar os diversos cenários permite o atendimento de múltiplos problemas e interesses e a contribui para uma solução que atenda a todas as dimensões do projeto.

Análise de Multicritérios

A Análise de Multicritérios (MCA) é um método de tomada de decisão para problemas complexos de planejamento envolvendo múltiplas variáveis e suas relações. O método baseia-se na operação matemática para estabelecer uma síntese dos critérios combinados. Os resultados dessa combinação são baseados na importância relativa de cada critério. A importância relativa é definida pelas pessoas envolvidas no processo utilizando diversos métodos e técnicas (DODGSON, 2009).

A MCA pode ser utilizada como uma metodologia de estudos urbanos e ambientais, que combina e associa dados geográficos de diferentes variáveis para subsidiar a tomada de decisão (JANKOWSKI e RICHARD, 1994). No caso do estudo urbano MCA, um nível de adequação de cada variável é definido ou pontuado para cada unidade geográfica (lote, quadra ou bairro), de acordo com sua adequação ao objetivo da análise. Nos estudos ambientais podem ser definidas unidades mínimas de integração de variáveis, a exemplo de recortes espaciais específicos (unidades de paisagem) ou uma malha de análise (células ou *pixels*).

Um dos procedimentos mais comuns na MCA é o método de combinação linear ponderada. Ele é conhecido como “Pesos de Evidência” (*Weighted Sum*). De acordo com Eastman e colegas (1995), nesse método, um peso é multiplicado pelo nível de adequação de cada variável e depois somado com seu valor para outras variáveis para obter um índice final de adequação para cada unidade. Assim, um mapa de adequação resulta da combinação de variáveis ponderadas. Para aumentar a confiabilidade do processo, existem diversas metodologias para definição de pesos. Bonham-Carter (1994) define o processo de avaliação orientada por dados, quando os dados orientam o nível de importância da variável, e avaliação orientada por conhecimento, quando os pesos são listados por opiniões de especialistas. A

extensa quantidade de métodos para definição de pesos contrasta com aqueles para definição de escores ou valores indicados para os componentes de legenda (também conhecidos como “notas”). Em geral, os escores ou notas precisam ser padronizados para a mesma unidade de medida, para serem combinados (EASTMAN et al., 1995).

A decisão definida para um MCA irá variar de acordo com o objetivo da investigação. Assim, é importante destacar a conexão direta entre os resultados e o conjunto de variáveis. Essencialmente, os resultados se enquadram em um contexto específico no tempo e no espaço, e cada nova análise exigirá novas escolhas de variáveis e pesos (MOURA, 2007). Especificar o cenário em que a análise ocorre envolve a definição de variáveis mensuráveis. É importante ressaltar o aspecto sintetizador do MCA, no sentido de que o objetivo é produzir um modelo e, como modelo, simplificar a real complexidade que representa a realidade por meio de diferentes variáveis (MOURA, 2009).

A metodologia adotada envolve a aplicação de um MCA baseado no método de combinação linear ponderada, com um processo de avaliação orientado ao conhecimento. No contexto de uma Análise Multicritério, o conjunto de variáveis geralmente indica as condições existentes. O artigo propõe simulações de cenários, no método *if-then*, onde o modelo metodológico opera cenários hipotéticos se o contexto muda, então o índice de adequação fica mais equilibrado. As simulações, consideradas como possíveis cenários ou contextos futuros, podem ser feitas através da modificação da condição de cada variável. Portanto, o modelo opera uma variação nas pontuações entre as unidades territoriais na busca de novos padrões que estejam de acordo com o objetivo. Os resultados são apresentados em cartografia dinâmica, pois a cada mudança de seleção de variáveis, ou seus pesos, ou suas notas, há a produção instantânea da visualização de um novo mapa.

Desenvolvimento – Criação e Aplicação do Algoritmo

A seguir são apresentadas as etapas de geração de dados, o algoritmo e o estudo realizado.

Escolha e produção da base cartográfica

Para o desenvolvimento do estudo de caso, como o objetivo era uma prova de conceito (*proof of concept*) para se verificar as potencialidades do método e seus recursos no planejamento de futuros alternativos da paisagem, se definiu um recorte na área do Quadrilátero Ferrífero e um conjunto de variáveis que estivessem relacionadas com vulnerabilidades e potencialidades. O recorte foi de 70 km por 70 km, em área central, para que a simulação acontecesse em menor porção da

paisagem, facilitando os testes do algoritmo.

As vulnerabilidades definidas estão associadas à ausência de ligações entre partes de interesse de visitação, mas também, e sobretudo, aos atritos especiais que resultam em impedâncias ao deslocamento. As potencialidades estão relacionadas a recursos existentes, sobretudo os de interesse de visitação e de rotas turísticas alternativas no QF. As variáveis escolhidas, segundo potencialidades e vulnerabilidades, foram:

a) Potencialidades e atratores:
- Manchas urbanas – Potenciais, em virtude da presença de infraestrutura de suporte, mas vistas principalmente como pontos de partida para as rotas;
- Atrativos materiais e naturais – Potenciais, entendidos como de interesse de visitação (Fig. 01);
- Estradas municipais sem pavimentação – Potenciais, vistas como áreas de interesse para circuitos turísticos e rotas de apoio à visitação, em função do baixo impacto de veículos (Fig. 02);
- Trilhas de Trekking e Mountain Bike existentes – Potenciais, pois podem ser espaços de visitação e rotas (Fig. 03);
- Vegetação - Potencialidades – vistas como áreas de interesse de visitação, em virtude de condições notáveis, a juízo de quem constrói o modelo (Fig. 04).

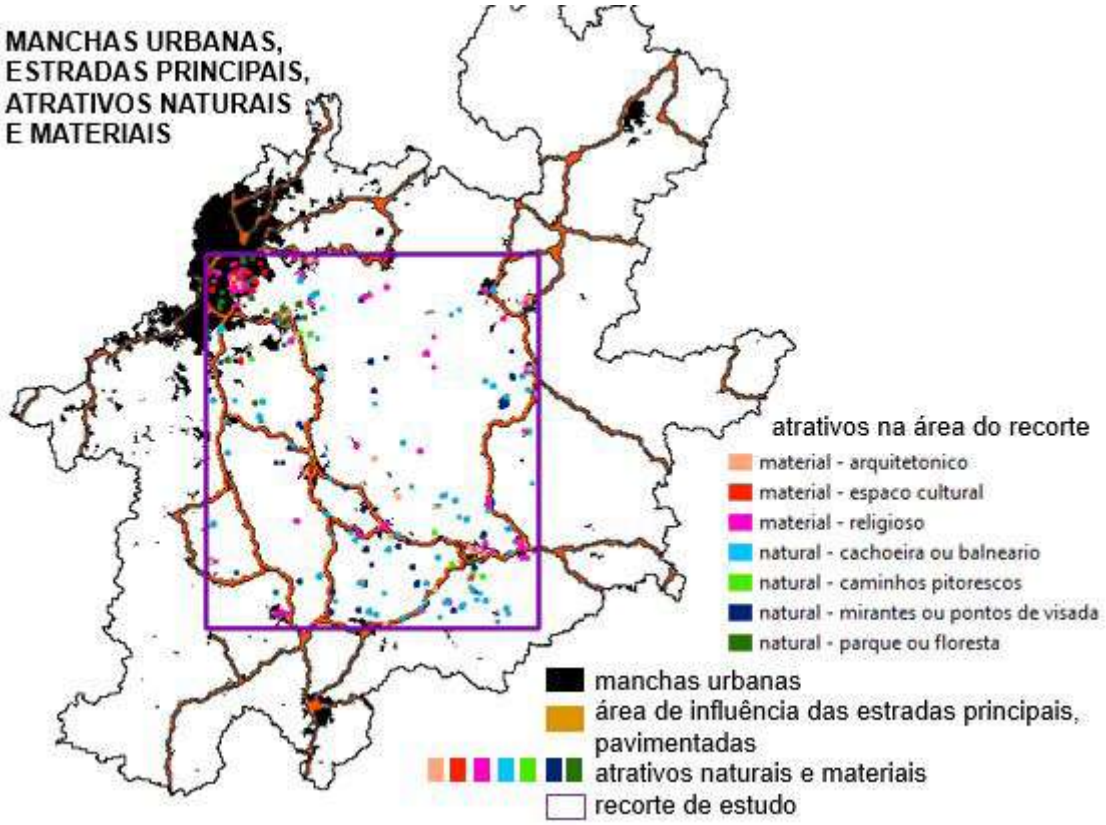


Fig. 01 – Atrativos naturais e materiais. Fonte: os autores, elaborado a partir de dados públicos (SISEMA, INDE).

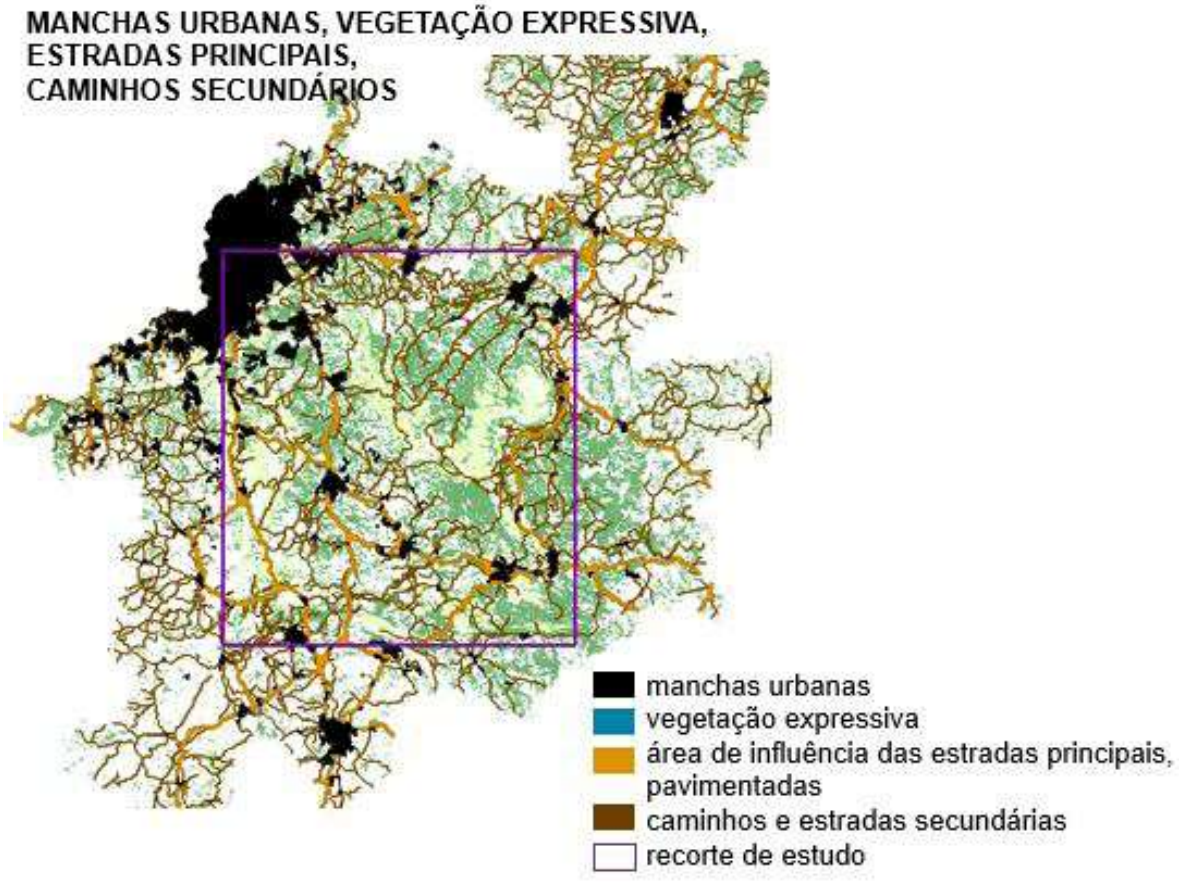


Fig. 02 – Caminhos secundários. Fonte: autores, elaborado a partir de dados públicos (SISEMA, INDE, IBGE).

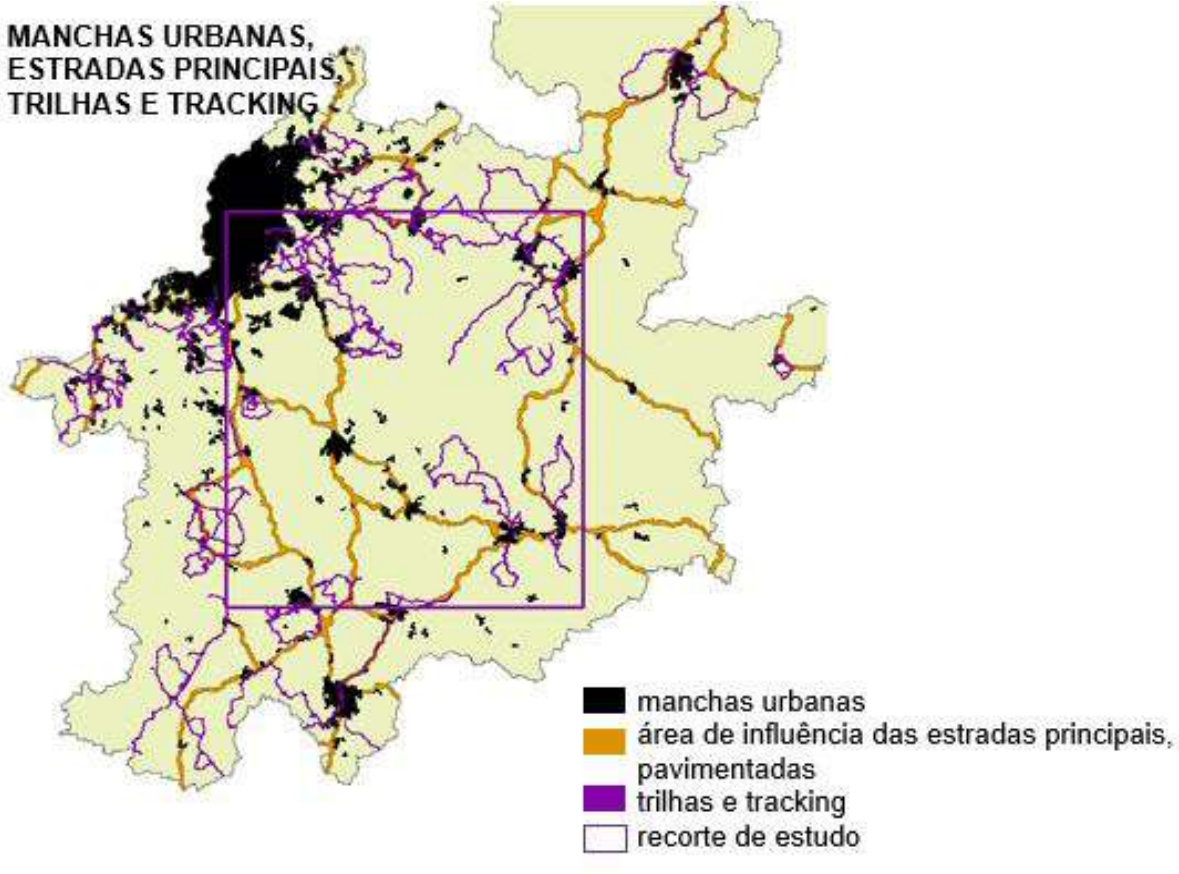


Fig. 03 – Trilhas e trekking. Fonte: autores, elaborado a partir de dados públicos (SISEMA, INDE, Wikiloc).

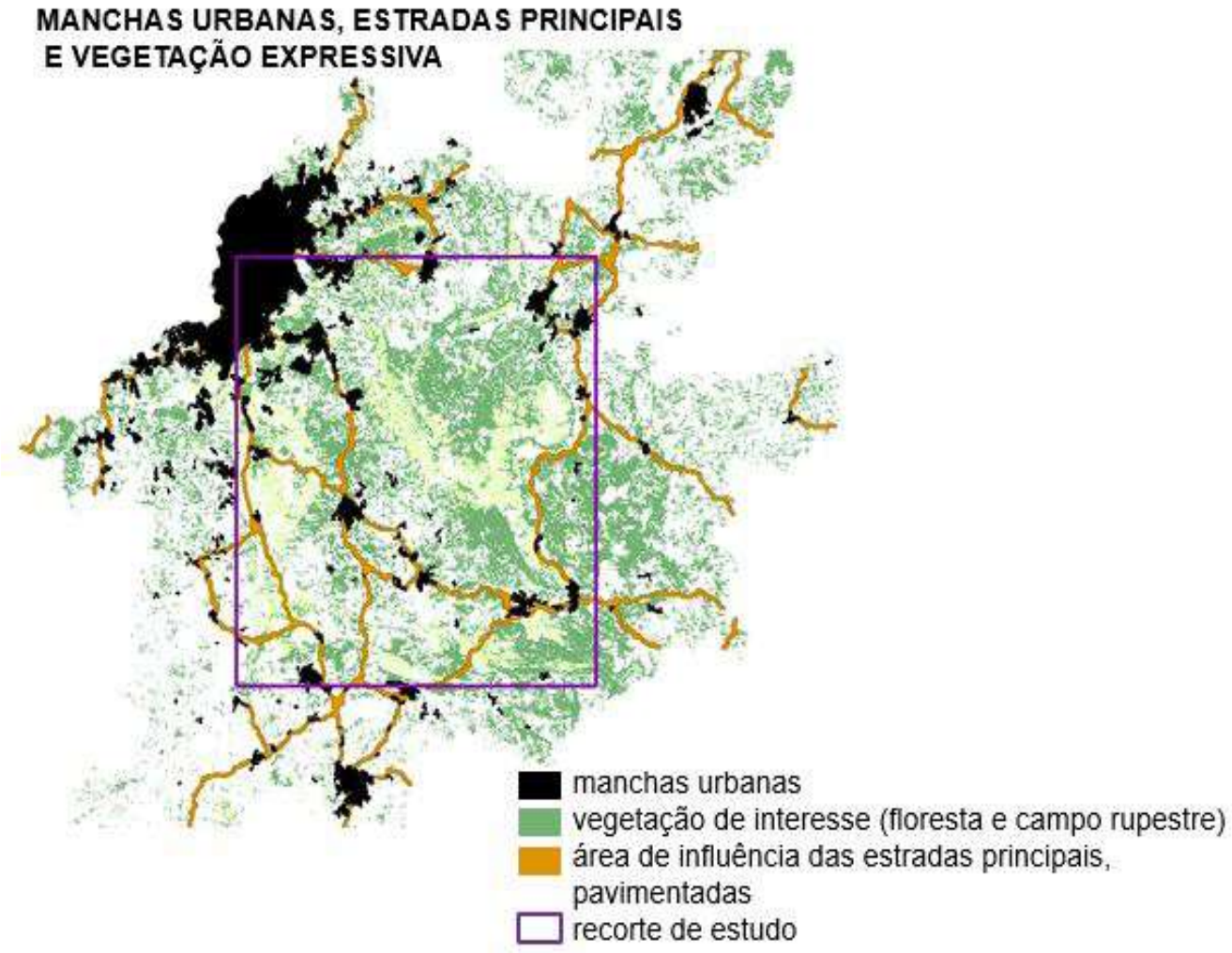


Fig. 04 – Vegetação expressiva. Fonte: autores, elaborado a partir de dados públicos (SISEMA, IBGE).

b) Atritos e vulnerabilidades:

- Declividades – Atritos e vulnerabilidades – vistas como impedância ao deslocamento nas declividades mais altas (Fig. 05);
- Estradas principais – Atrito – vistas como a serem evitadas, pois já cumprem o papel de receberem o trânsito principal, embora possam ser pontos de partida para novas rotas.
- Hidrografia, cabeceiras e cursos d´água – Vulnerabilidades – vistas como áreas a serem evitadas, em virtude do interesse de proteção ambiental.
- Picos e serras – Vulnerabilidades – vistas como áreas a serem evitadas no caso de rotas de deslocamento por carros, mas que podem ser consideradas no caso de rotas de caminhadas. A juízo de quem for realizar a modelagem (Fig. 06).
- Unidades de Conservação de Proteção Integral – Atrito e vulnerabilidades – vistas como áreas a serem evitadas, em virtude do interesse de proteção ambiental (Fig. 07).
- Vegetação - Atrito e vulnerabilidades – vistas como áreas a serem evitadas, em virtude do interesse de proteção ambiental.

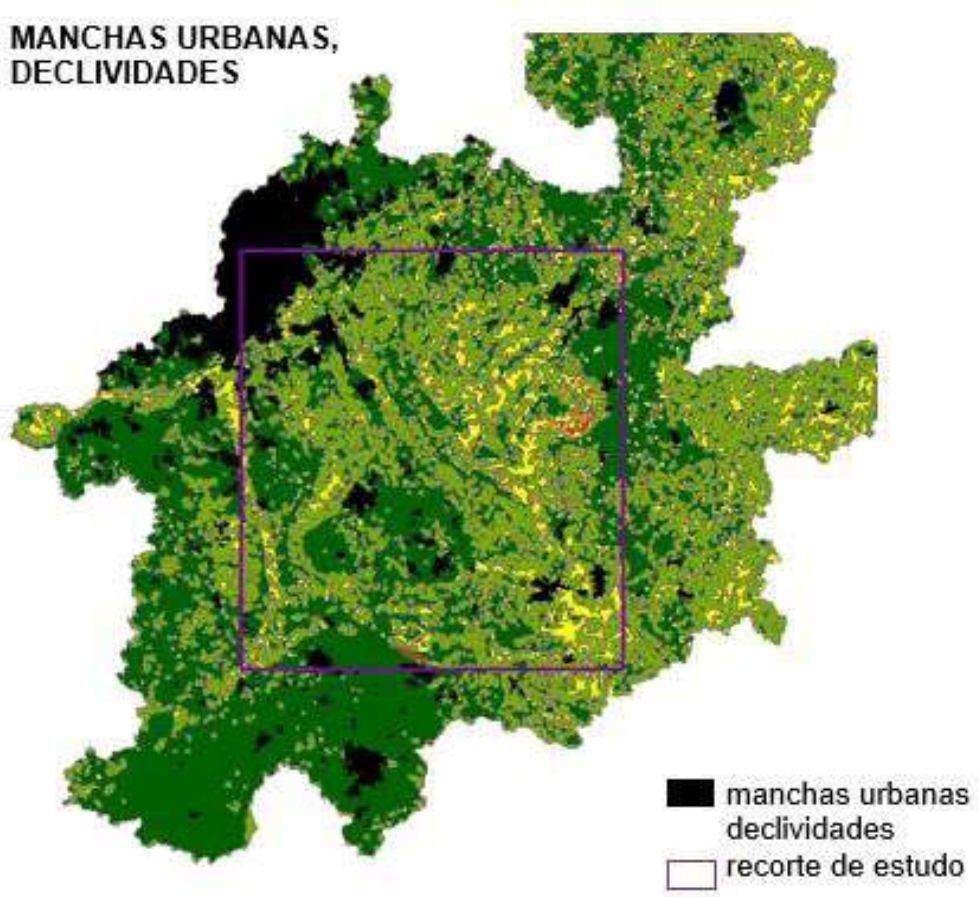


Fig. 05 – Declividades. Fonte: autores, elaborado a partir de dados públicos (SISEMA, Alos Palsar).

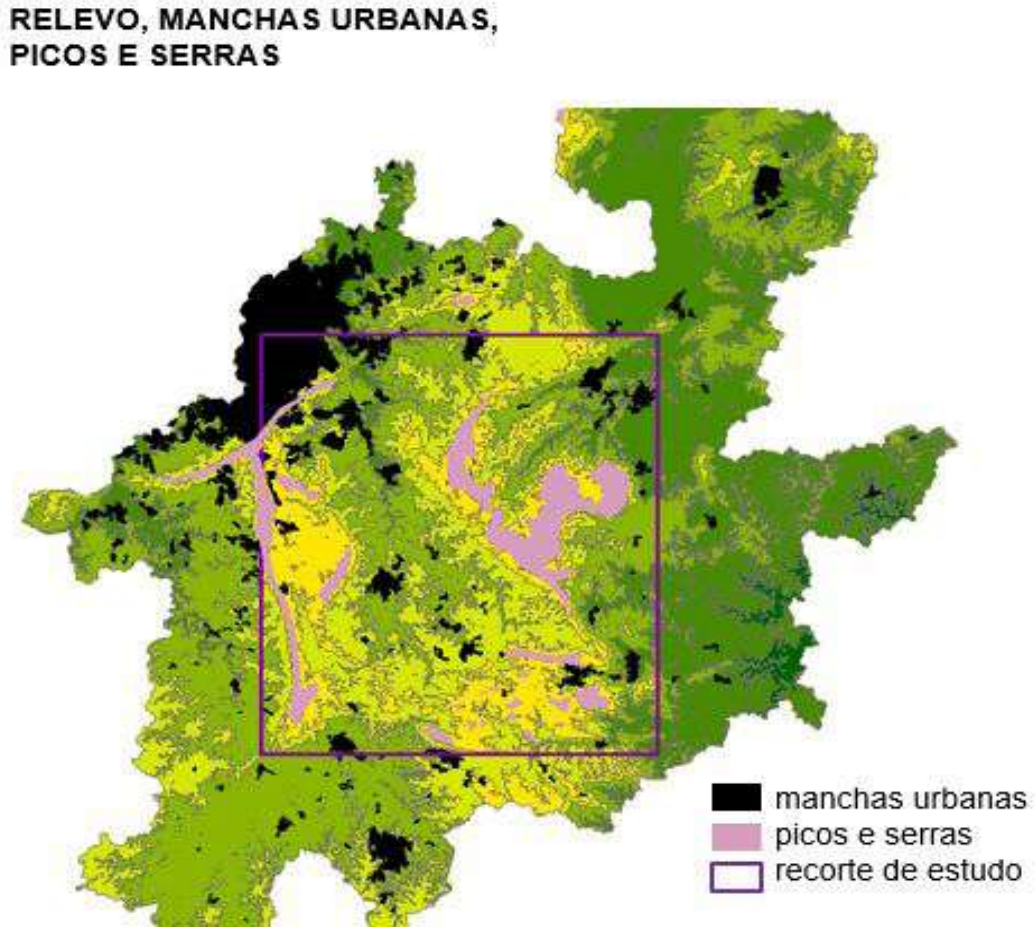


Fig. 06 – Picos e serras. Fonte: autores, elaborado a partir de dados públicos (SISEMA, Alos Palsar).

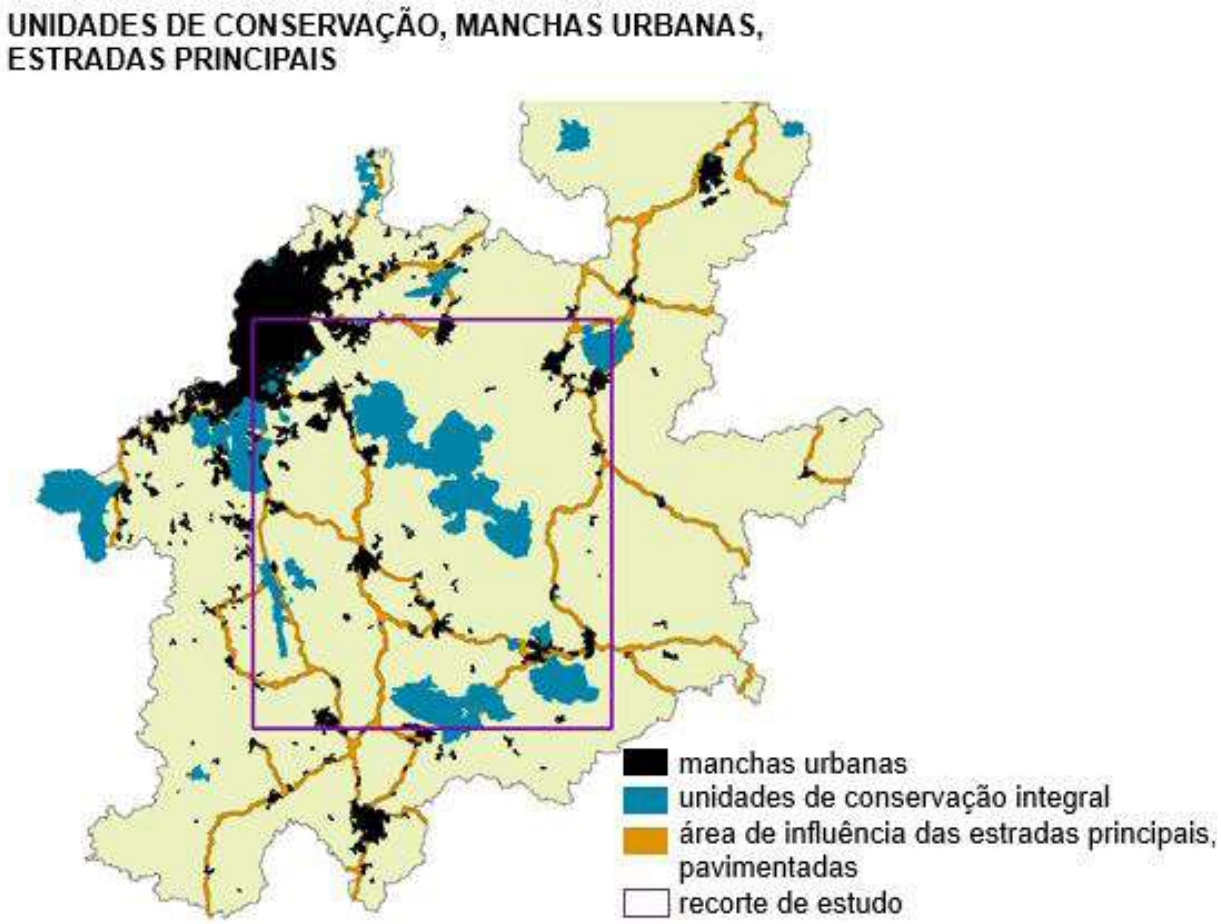


Fig. 07 – Unidades de Conservação de Proteção Integral. Fonte: autores, elaborados a partir de dados públicos (SISEMA, IBGE).

Algoritmo de Otimização

O algoritmo de otimização foi desenvolvido a partir das seguintes premissas:

. Flexibilidade de bancos de dados para os inputs, ou seja, possibilidade de leitura de formatos diversos de arquivos (ArcGis, QGis, WebGis) e plataformas diversas (Windows, Mac).

. Escolha, pelos usuários, dos valores de importância das camadas.

. Escolha, pelos usuários, dos pontos de destino do percurso.

A partir das premissas, o algoritmo foi estruturado em regras lógicas que combinam equações parâmetros e métricas para a composição de um modelo dinâmico. Apresenta-se o fluxograma do algoritmo segundo suas etapas (Fig. 08).

O modelo dinâmico é criado a partir da leitura das camadas. As camadas são lidas na lógica de raster (malha regular ortogonal de módulos quadrados/pixel), definindo o centro de cada pixel como local de existência geográfica dos atributos/parâmetros. A resolução da malha/raster é uma escolha dinâmica, definida pelo usuário, podendo ser de 1x1 metro até 250x250 metros.

Na sequência o usuário define os valores de importância de cada camada, os pesos de evidência. Eles podem ser negativos ou positivos, em virtude de seus

impactos sobre o conjunto da análise, na possibilidade de atuarem como potencialidades ou vulnerabilidades. O algoritmo atribui esses valores como parâmetros em cada pixel. A análise multicritérios é realizada considerando as camadas nas quais estão as informações sobre os atributos de legenda (as notas), os valores de importância definidos (os pesos), ambos locados no centro de cada pixel, onde é apresentado o resultado.

O primeiro resultado da simulação é um mapa com os resultados da análise de multicritérios (MCA). O resultado da MCA é representado em um mapa com escala gráfica de cores, com valores hierarquizados do maior potencial ao menor potencial, ou da maior vulnerabilidade à menor vulnerabilidade, a depender do objetivo da integração. É possível simular dinamicamente outros resultados de MCA alterando os valores dos componentes envolvidos.

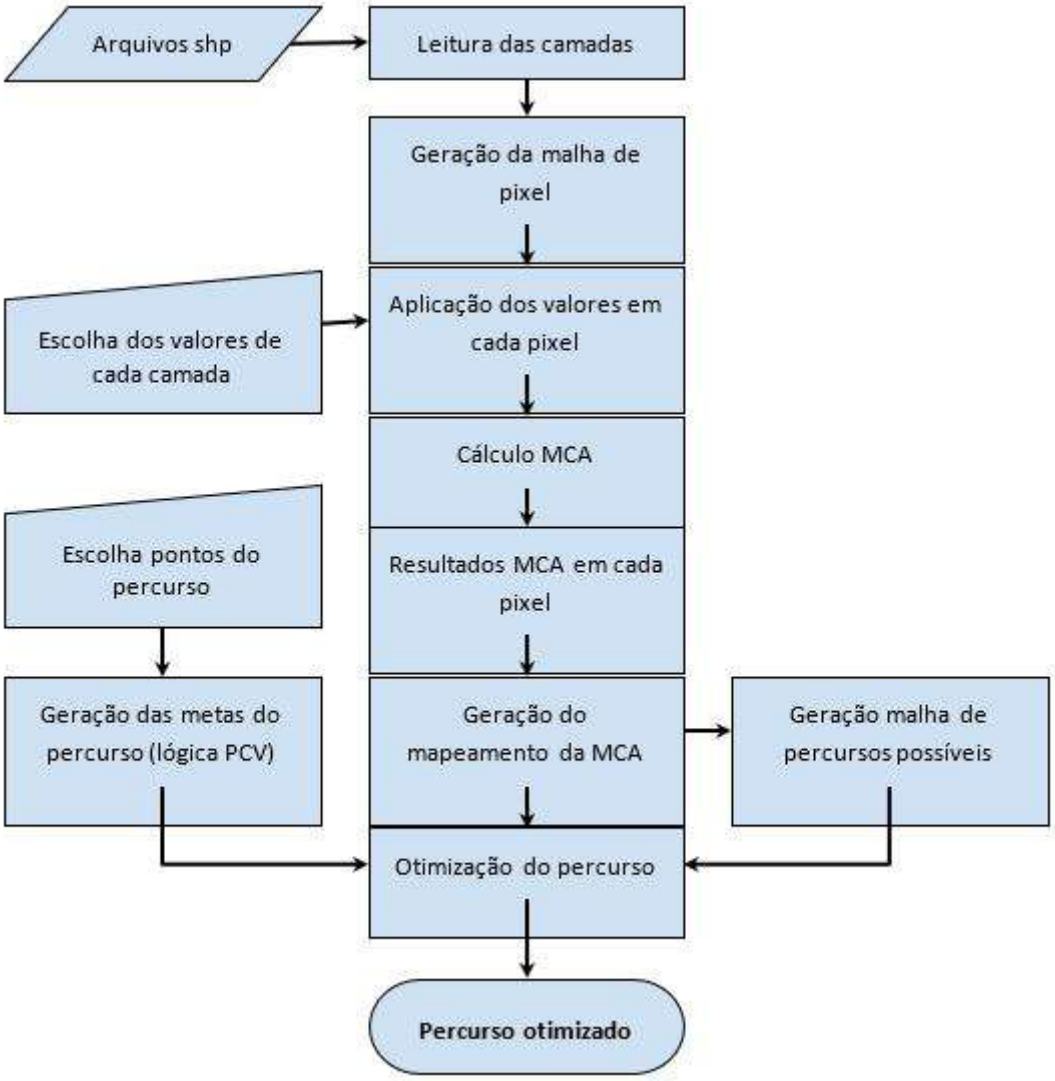


Fig. 08 - Fluxograma do processo do algoritmo. Fonte: os autores.

No estudo de caso em específico, o objetivo foi colocado como a identificação de rotas ótimas no Quadrilátero Ferrífero, construídas com a finalidade de conectar as áreas de maior interesse (potencial de paisagem, usos específicos e infraestrutura existente) e de evitar áreas de possível impacto (áreas de preserva-

ção, vegetação notável, recursos hídricos) e buscar os recursos mais sustentáveis (evitar declividades altas, procurar o caminho ótimo, integrar recursos disponíveis). O algoritmo define uma meta de percurso ótimo a partir dos pontos de interesse definidos pelo usuário. A meta de percurso é definida considerando a lógica PCV (Problema Do Caixeiro Viajante), ou seja, o trajeto de menor distância que passa por todos os pontos de interesse uma única vez, finalizando em um circuito, sendo saída e chegada no mesmo ponto (MATAI et al., 2010).

A interação entre o mapa da MCA e a meta de percurso define um percurso ótimo, dirigindo o caminho sempre na sequência de pixel vizinho de maior nota obtida na integração realizada anteriormente. O percurso otimizado é então representado no mapa de MCA.

Apresenta-se o algoritmo completo na interface do Grasshopper ® (Fig. 09)

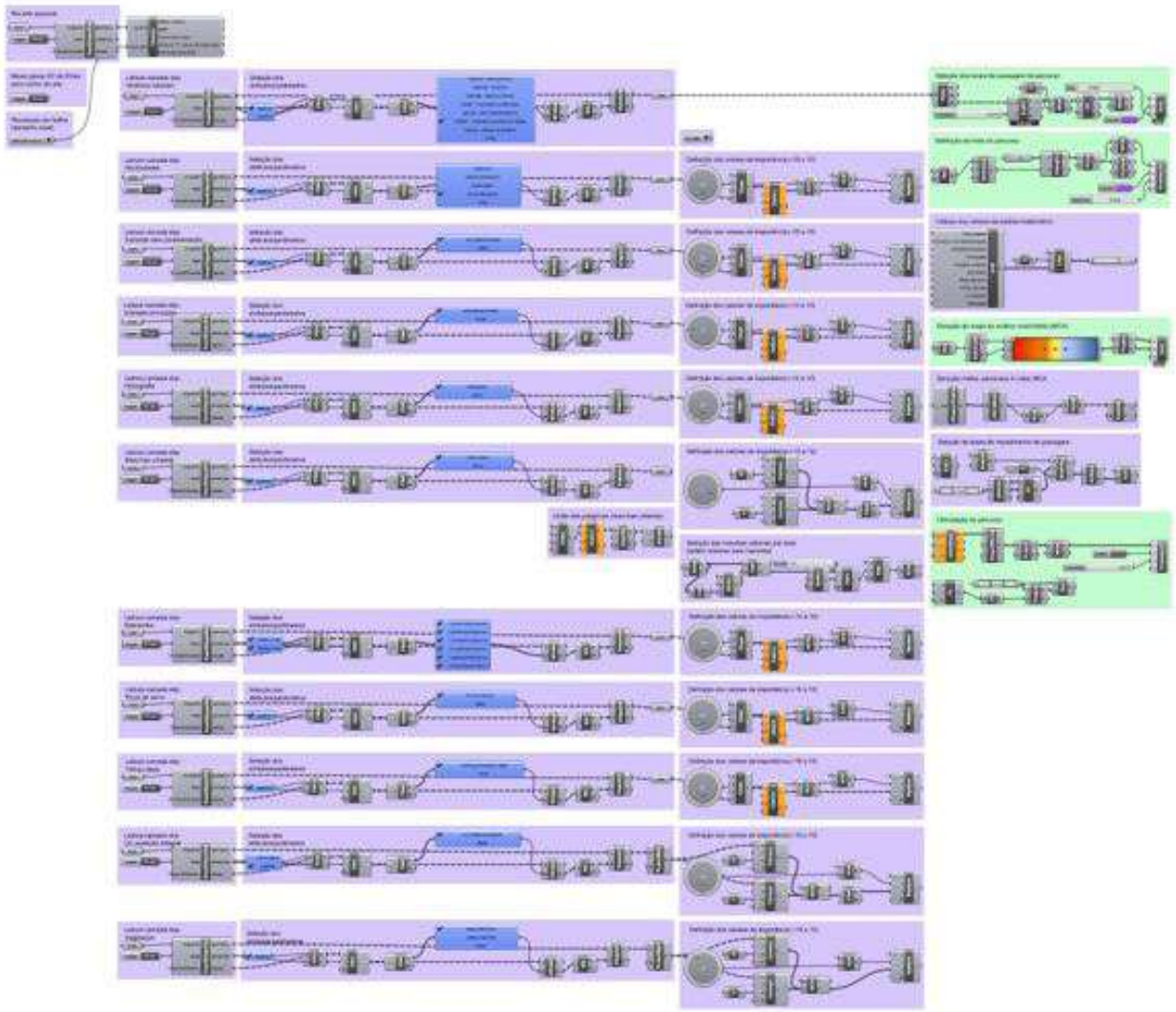


Fig. 09 - Algoritmo na interface do Grasshopper ®. Fonte: os autores

O desenvolvimento do algoritmo buscou contribuir no conhecimento de possíveis estruturas metodológicas de uso de processos paramétricos nos projetos de paisagem. Para avançar nesse conhecimento foi realizado um estudo prova de conceito (proof of concept) utilizando o algoritmo desenvolvido.

A seguir são sistematizados os principais passos realizados pelo algoritmo desenvolvido:

a) Leitura dos arquivos shp

Inicialmente são carregados os dados selecionados para o estudo. Os dados utilizados foram a delimitação do recorte espacial da área e as camadas de fenômenos e ocorrências no território. Foram considerados os fenômenos e ocorrências: atrativos naturais; declividade; estradas sem pavimentação; estradas principais; hidrografia; manchas urbanas; nascentes; picos e serras; unidade de conservação; vegetação. Os dados foram preparados no ArcGis e carregados no algoritmo como arquivos shp. Para carregar os dados foi utilizado uma função do plugin Local Code pois, além de carregar arquivos shp, o aplicativo está em processo de desenvolvimento de um serviço wms (*web map service*) para carregar pacotes de dados georreferenciados direto da web para o grasshopper. Assim, quando o serviço estiver completo, a mesma lógica algorítmica usada nesse estudo poderá ser utilizada para carregamento de dados por wms.

A origem do plano XY do Rhino foi ajustada para o centro do recorte espacial. A resolução da malha de pixel foi definida em 250 x 250 metros. Foram utilizadas funções no Grasshopper para leitura do recorte, ajuste do plano xy do Rhino e definição da resolução da malha de pixels (Fig. 10).

Fig. 10 - funções: leitura recorte; ajuste do plano XY para centro; definição da resolução da malha de pixel. Fonte: os autores.

b) Escolha das legendas e atributos

A partir da leitura das camadas dos arquivos shp, uma caixa de seleções mostra as legendas presentes em cada arquivo. O usuário escolhe as legendas de seu interesse e, na sequência, é mostrada em outra caixa de seleção os atributos referentes à mesma, permitindo a escolha pelo usuário dos atributos a serem utilizados na otimização do percurso (Fig. 11). Isto significa identificar quais camadas,

quais conteúdos de legenda e quais valores são definidos para mapa, o que é a definição de variáveis e seus parâmetros. No presente estudo foram gerados 4 cenários com escolhas diversas dos atributos, para fins de exemplificação.

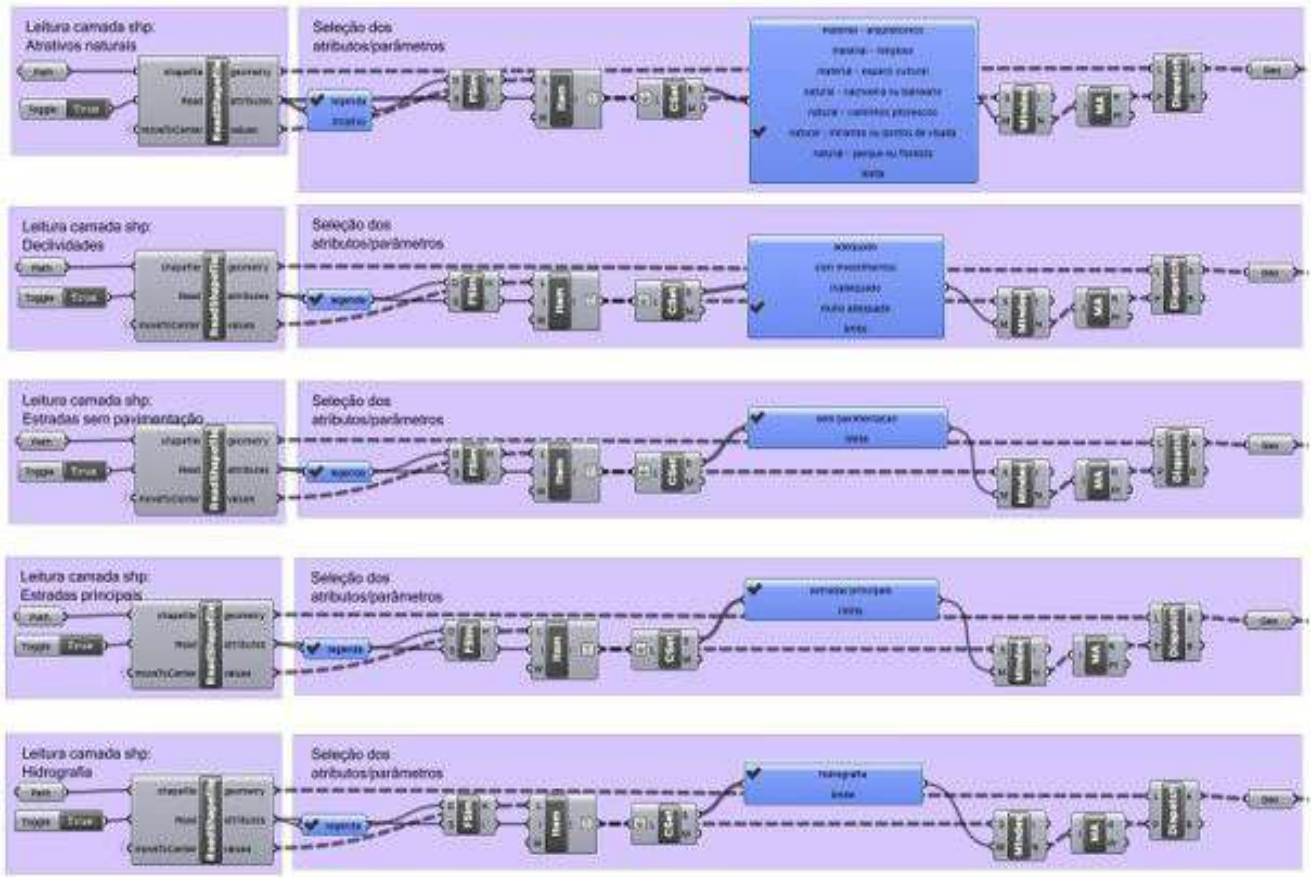


Fig. 11 - funções: leitura dos arquivos shp, seleção das legendas e atributos. Fonte: os autores.

c) Geração de outputs específicos

Foi criado um cluster com para geração de outputs específicos gerados a partir da leitura das shp e geração da malha de pixels (Fig. 12). Os outputs são utilizados em várias etapas posteriores do processo paramétrico de otimização e o cluster de outputs específicos permitiu racionalidade nesse uso. Os outputs gerados foram: malha de pixels; tamanho do pixel; centros dos pixels; tabela com atributo "0" (zero) em cada pixel; tabela com os índices dos pixels.

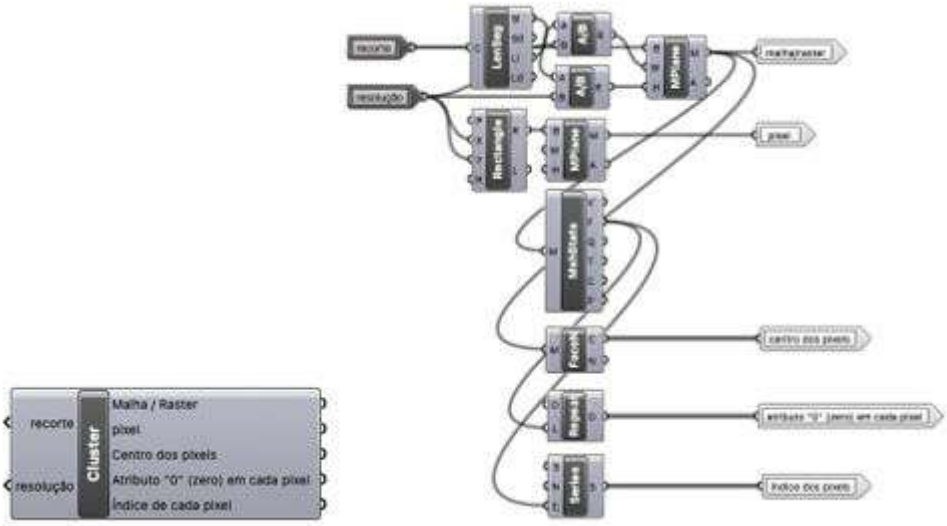


Fig. 12 - cluster com outputs específicos. Fonte: os autores.

d) Escolha dos valores das camadas

O algoritmo identifica os pixels correspondentes à camada, considerando a interseção malha de pixels gerada e a geometria presente na shp, na forma de linhas ou polígonos (Fig. 13). A função de interseção é específica para linha (Fig. 13.a) ou polígono (Fig. 13.b). O usuário escolhe, através de um botão de controle (control knob), um valor entre -10 e 10 para cada camada. O algoritmo aplica esse valor em cada pixel correspondente em cada camada.

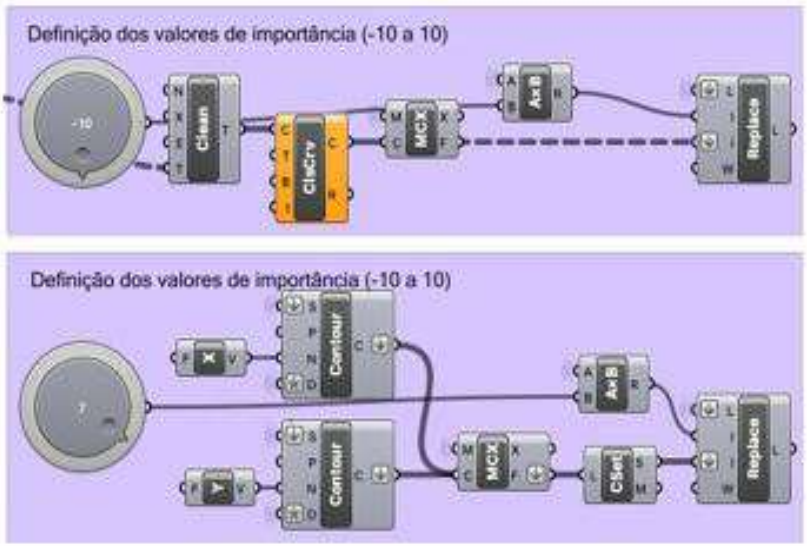


Fig. 13 - Escolha dos valores nas camadas. Fonte: os autores.

d) Cálculo e Mapa MCA

Os valores escolhidos pelo usuário e aplicados nos pixels são somados e utilizados para gerar linhas no eixo Z, onde o valor somado resulta no valor Z de cada pixel. A malha é ajustada para cada valor no eixo Z em cada pixel, resultando em uma representação gráfica tridimensional da MCA (Fig. 14). A representação tridimensional é transformada em um mapa 2D usando o atributo de valor Z para representar uma escala de cores. É possível escolher diversas escalas de cores, de modo que no estudo foi escolhida uma escala onde o vermelho representa os menores valores, o amarelo os valores médios, e o azul os maiores valores. As faixas vermelho e azul foram também ampliadas, de modo a permitir o contraste entre valores mínimos e máximos, favorecendo uma maior clareza na leitura do mapa de MCA.

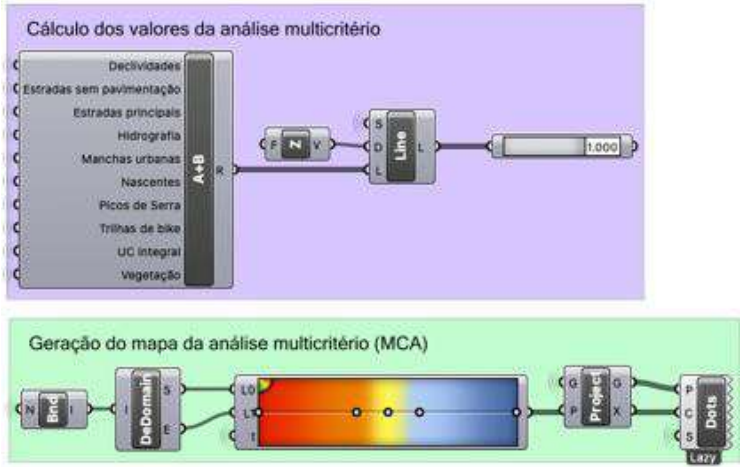


Fig. 14 - Cálculo MCA e geração do mapa MCA. Fonte: os autores.

e) Definição da meta de percurso

A partir das escolhas feitas pelo usuário dos pontos de partida para os percursos, é feita uma união dos pontos que estão próximos. A proximidade para a união dos pontos é definida pelo usuário, podendo ser de um raio entre 0 e 1000 metros. No estudo foi utilizado um raio de 1000 metros para a união dos pontos próximos. Esse valor foi utilizado em todos os cenários. Após a união dos pontos próximos é gerada uma meta de percurso utilizando a lógica PCV (Problema Do Caixeiro Viajante). Essa meta é trajeto de menor distância ligando cada ponto do percurso, finalizando em um circuito, com saída e chegada em um mesmo ponto (Fig. 15).

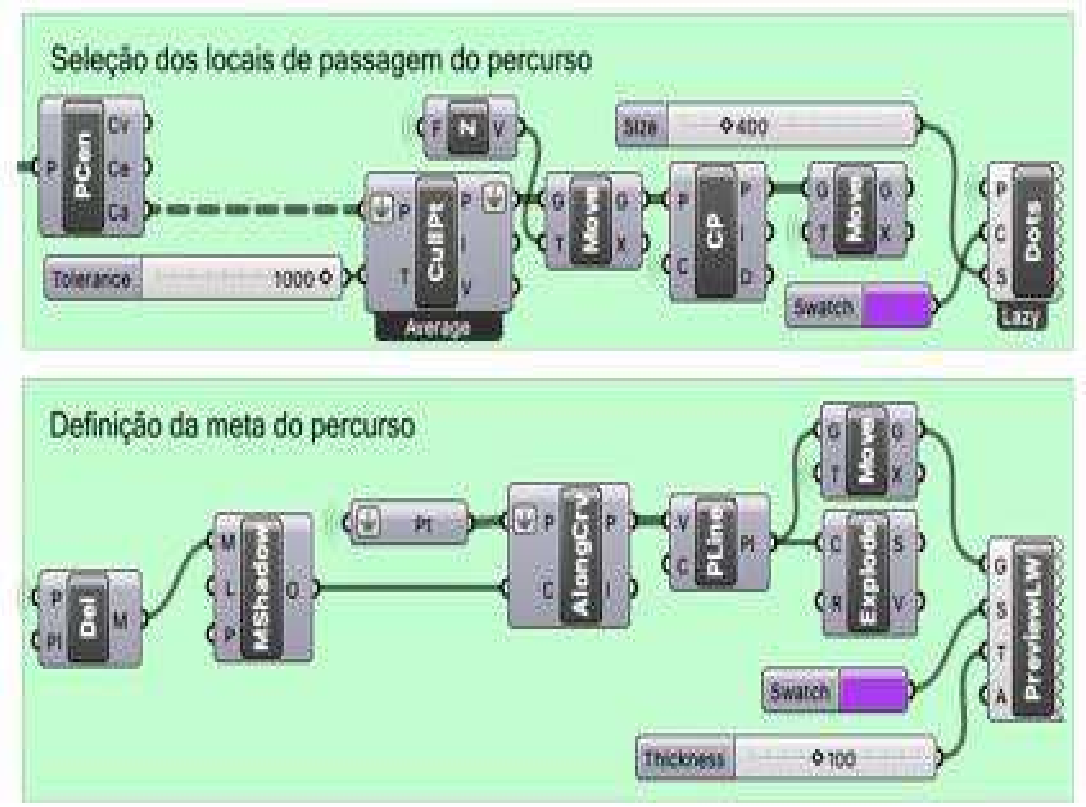


Fig. 15 - Definição da meta do percurso. Fonte: os autores.

e) Geração da malha de percursos possíveis e de áreas de impedimento

Considerando a posição espacial na representação gráfica tridimensional de MCA, cada pixel é ligado a todos os seus vizinhos imediatos, gerando uma malha tridimensional de direções possíveis a serem percorridas a partir de cada pixel. As linhas dessa malha que coincidem com as áreas de impedimento escolhidas pelo usuário são eliminadas da malha original (a exemplo, impedir que a rota passe dentro de unidades de conservação de proteção integral). O resultado é a malha que define os percursos possíveis para a otimização (Fig. 16).

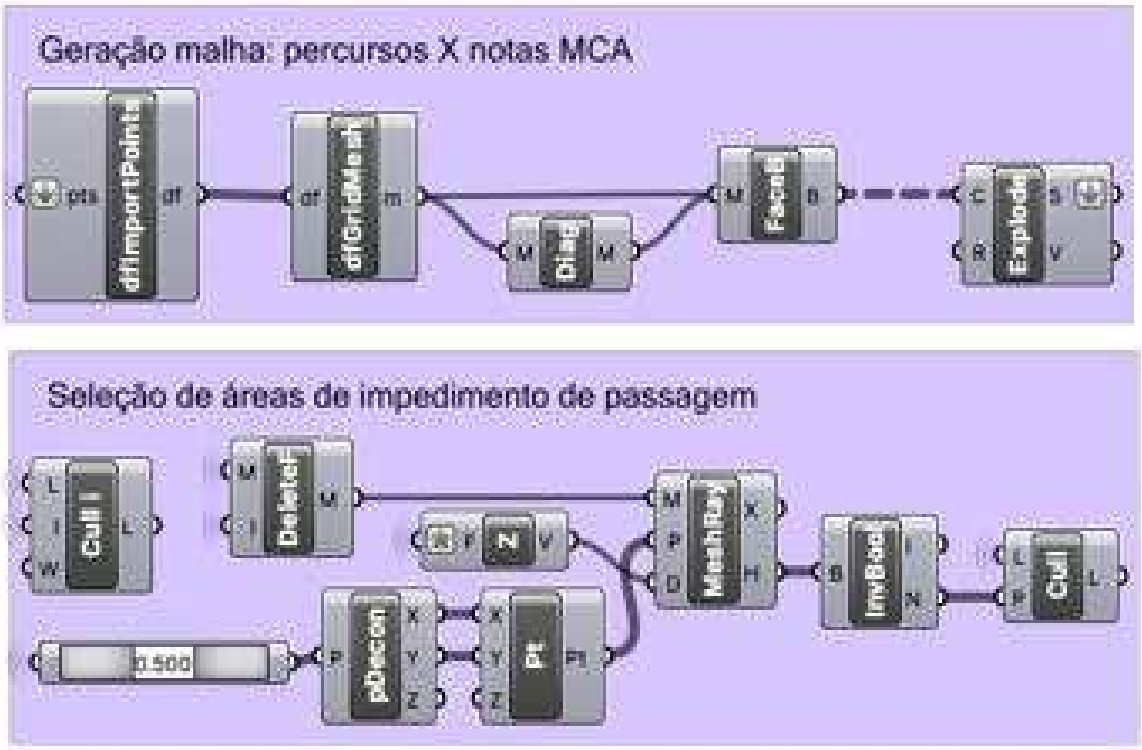


Fig. 16 - Geração da malha de percursos possíveis e de áreas de impedimento. Fonte: os autores.

f) Otimização do percurso

A otimização do percurso calcula o caminho de um ponto de atrativo ao outro, na direção definida pela linha da meta de percurso, de modo a encaminhar através dos pixels, considerando a malha de caminhos possíveis, direcionando sempre ao pixel vizinho de maior valor de MCA. A sequência de encaminhamentos pela malha liga os pontos possíveis, passando sempre pelos maiores valores de MCA entre vizinhos. O resultado é o percurso otimizado (Fig. 17).

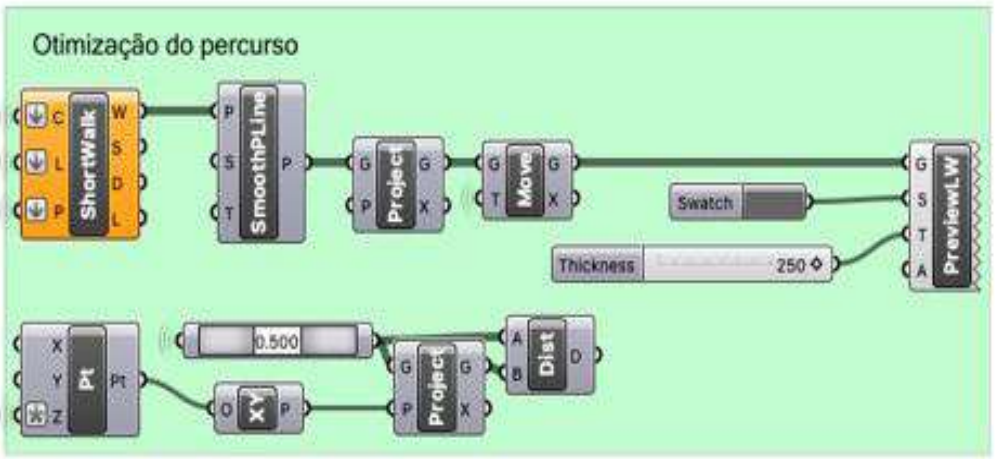


Fig. 17 - Otimização do percurso. Fonte: os autores.

Resultados dos Estudos de Otimização de Percurso

Foram realizados 4 cenários para o estudo da prova de conceito (proof of concept) com o objetivo de observar as potencialidades do método e ferramentas propostas, para o uso em planejamento de futuros alternativos da paisagem.

a) Cenário 01

O cenário 01 buscou um percurso que se inicia na maior mancha urbana da área e tem como objetivo um circuito passando pelos mirantes e pontos de visada, priorizando caminhadas a pé, alta acessibilidade (trilhas existentes e declividade), evitando regiões ambientalmente sensíveis à ocupação antrópica (nascentes, picos, córregos, mata atlântica) e evitando locais com presença de carros (estradas principais).

A tabela 01 mostra os critérios utilizados e são apresentados os mapas resultados da otimização para o cenário 01 (Fig. 17).

Locais de passagem do percurso	Atrativos naturais: ***mirantes ou pontos de visada***
	Centro da maior mancha urbana da área de estudo
Camada / Fenômeno	Valores de importância das camadas (-10 a 10)
Declividade: ***muito adequado***	10
Estradas sem pavimentação: ***todas***	10
Estradas principais: ***todas***	-5
Hidrografia: ***todas***	-10
Manchas urbanas: ***todas***	7
Nascentes: ***todas***	-10
Picos de Serra: ***todos***	-10
Trilhas de bike: ***todas***	10
UC proteção integral: ***todas***	impedimento de passagem
Vegetação: ***mata atlântica***	-2

Tabela 01 - Critérios utilizados na otimização do cenário 01. Fonte: os autores.

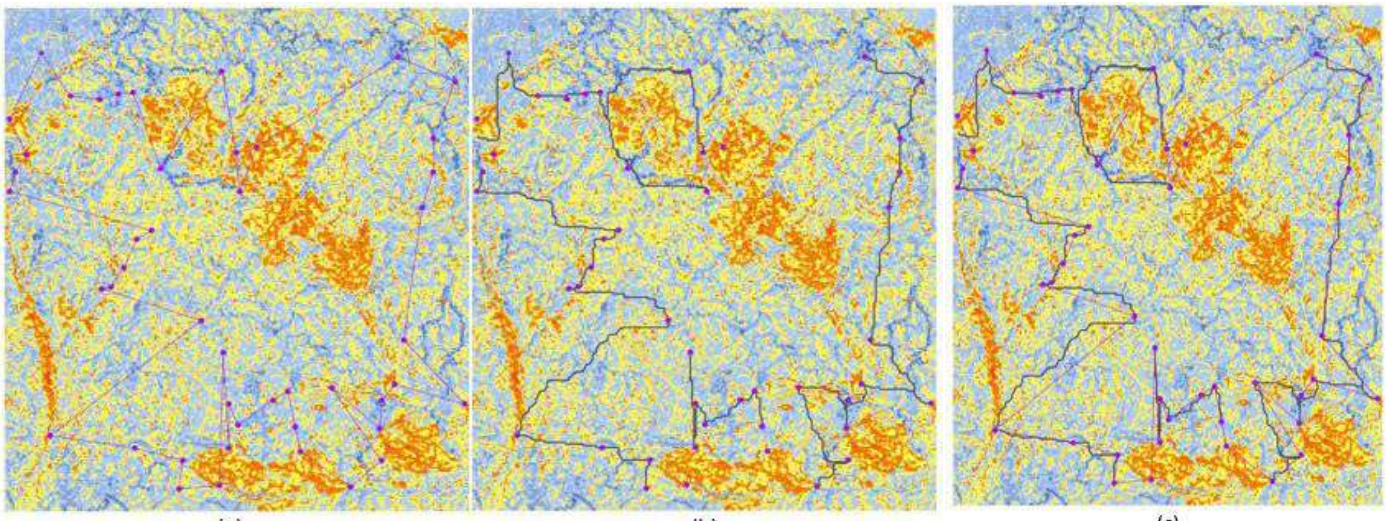


Fig. 17 - (a) Pontos dos percursos e linhas circuito PCV; (b) percurso otimizado; (c) sobreposição percurso otimizado x linha circuito PCV. Fonte: os autores.

b) Cenário 02

O cenário 02 buscou um percurso que inicia na maior mancha urbana da área e tem como objetivo um circuito passando pelos mirantes e pontos de visada, priorizando caminhadas a pé, acessibilidade (trilhas existentes e declividade), priorizando regiões de interesse paisagístico ambiental (nascentes, picos, córregos, mata atlântica), e evitando locais com presença de carros (estradas principais).

A tabela 02 mostra os critérios utilizados e são apresentados os mapas resultados da otimização para o cenário 02 (Fig. 18).

Locais de passagem do percurso	Atrativos naturais: ***mirantes ou pontos de visada***
	Centro da maior mancha urbana da área de estudo
Camada / Fenômeno	Valores de importância das camadas (-10 a 10)
Declividade: ***muito adequado***	5
Estradas sem pavimentação: ***todas***	10
Estradas principais: ***todas***	-10
Hidrografia: ***todas***	5
Manchas urbanas: ***todas***	-7
Nascentes: ***todas***	10
Picos de Serra: ***todos***	5
Trilhas de bike: ***todas***	10
UC proteção integral: ***todas***	impedimento de passagem
Vegetação: ***mata atlântica***	7

Tabela 02 - Critérios utilizados na otimização do cenário 02. Fonte: os autores.

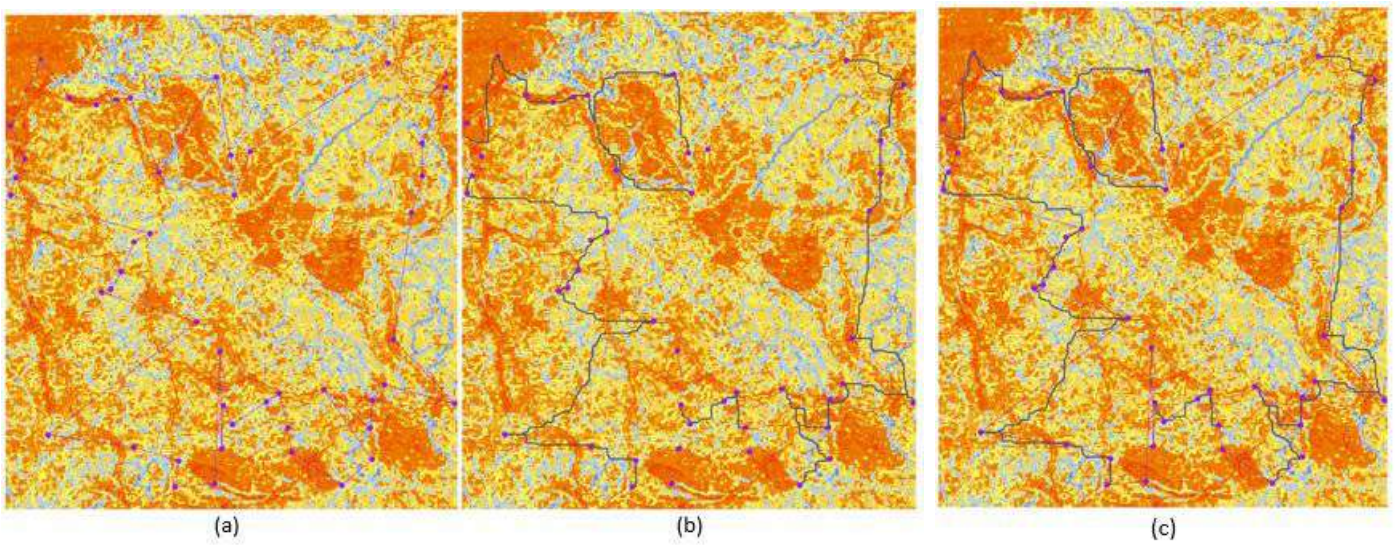


Fig. 18 - (a) Pontos dos percursos e linhas circuito PCV; (b) percurso otimizado; (c) sobreposição percurso otimizado x linha circuito PCV. Fonte: os autores.

c) Cenário 03

O cenário 03 buscou um percurso a partir somente dos atrativos naturais, tendo como objetivo um circuito passando por cachoeira ou balneário, caminhos pitorescos, mirantes ou pontos de visada parque ou floresta, priorizando caminhadas a pé, acessibilidade (trilhas existentes e declividade), priorizando regiões de interesse paisagístico ambiental (nascentes, picos, córregos, mata atlântica), e evitando locais com presença de carros (estradas principais) e locais antropizados (manchas urbanas).

A tabela 03 mostra os critérios utilizados e são apresentados os mapas resultados da otimização para o cenário 03 (Fig. 19).

Locais de passagem do percurso	Atrativos naturais: ***cachoeira ou balneário*** ***caminhos pitorescos*** ***mirantes ou pontos de visada*** ***parque ou floresta***
Camada / Fenômeno	Valores de importância das camadas (-10 a 10)
Declividade: ***muito adequado***	2
Estradas sem pavimentação: ***todas***	10
Estradas principais: ***todas***	-10
Hidrografia: ***todas***	8
Manchas urbanas: ***todas***	-10
Nascentes: ***todas***	8
Picos de Serra: ***todos***	10
Trilhas de bike: ***todas***	10
UC proteção integral: ***todas***	impedimento de passagem
Vegetação: ***mata atlântica***	10

Tabela 03 - Critérios utilizados na otimização do cenário 03. Fonte: os autores.

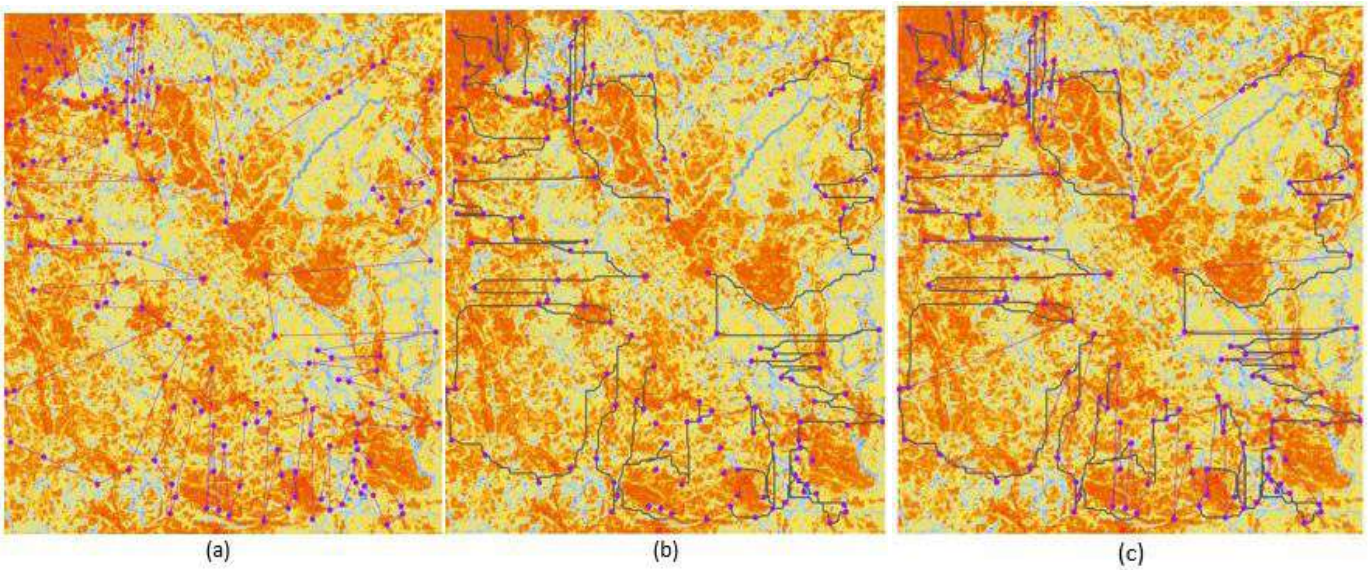


Fig. 19 - (a) Pontos dos percursos e linhas circuito PCV; (b) percurso otimizado; (c) sobreposição percurso otimizado x linha circuito PCV. Fonte: os autores.

d) Cenário 04

O cenário 04 buscou um percurso que passa pelas 10 maiores manchas urbanas da área e tem como objetivo um circuito passando pelos atrativos arquitetônicos, religiosos e culturais, priorizando locais com infraestrutura construída (estradas principais, manchas urbanas), alta acessibilidade (declividade), evitando regiões de interesse paisagístico ambiental (nascentes, picos, córregos, mata atlântica).

A tabela 04 mostra os critérios utilizados e são apresentados os mapas resultados da otimização para o cenário 04 (Fig. 20, Fig. 21).

Locais de passagem do percurso	Atrativos: ***arquitetônico*** ***religioso*** ***espaço cultural***
	Centro das 10 maiores manchas urbanas da área de estudo
Camada / Fenômeno	Valores de importância das camadas (-10 a 10)
Declividade: ***muito adequado***	10
Estradas sem pavimentação: ***todas***	-10
Estradas principais: ***todas***	10
Hidrografia: ***todas***	-5
Manchas urbanas: ***todas***	10
Nascentes: ***todas***	-8
Picos de Serra: ***todos***	0
Trilhas de bike: ***todas***	3
UC proteção integral: ***todas***	impedimento de passagem
Vegetação: ***mata atlântica***	-7

Tabela 04 - Critérios utilizados na otimização do cenário 04. Fonte: os autores.

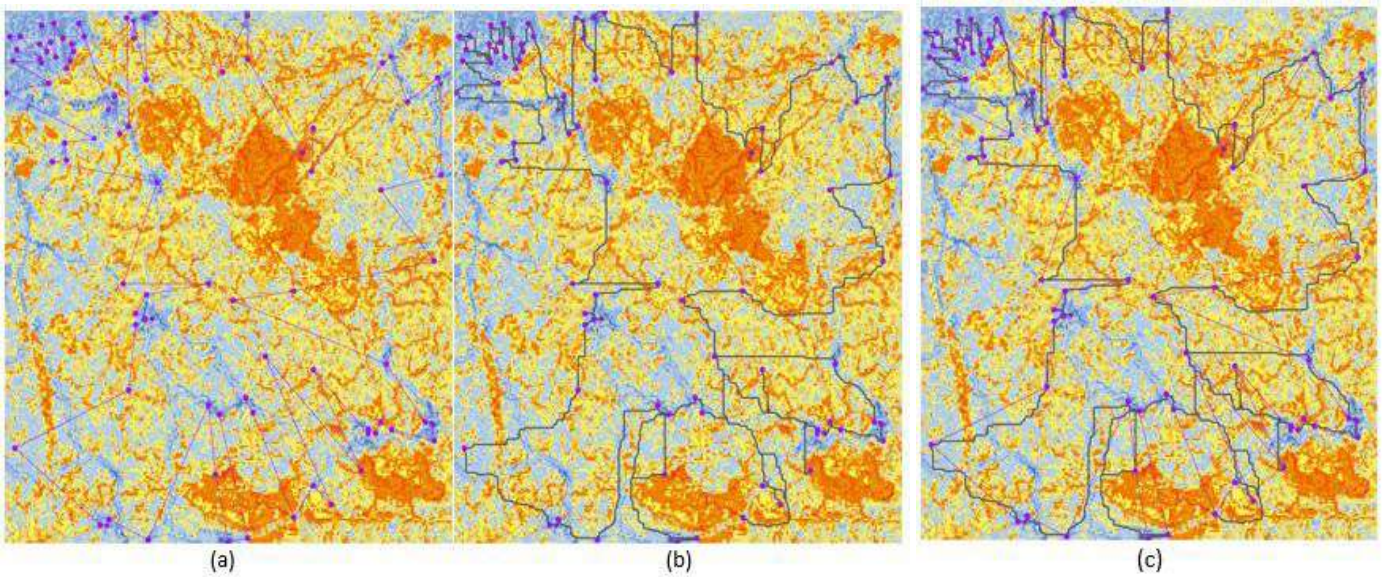


Fig. 20 - (a) Pontos dos percursos e linhas circuito PCV; (b) percurso otimizado; (c) sobreposição percurso otimizado x linha circuito PCV. Fonte: os autores.

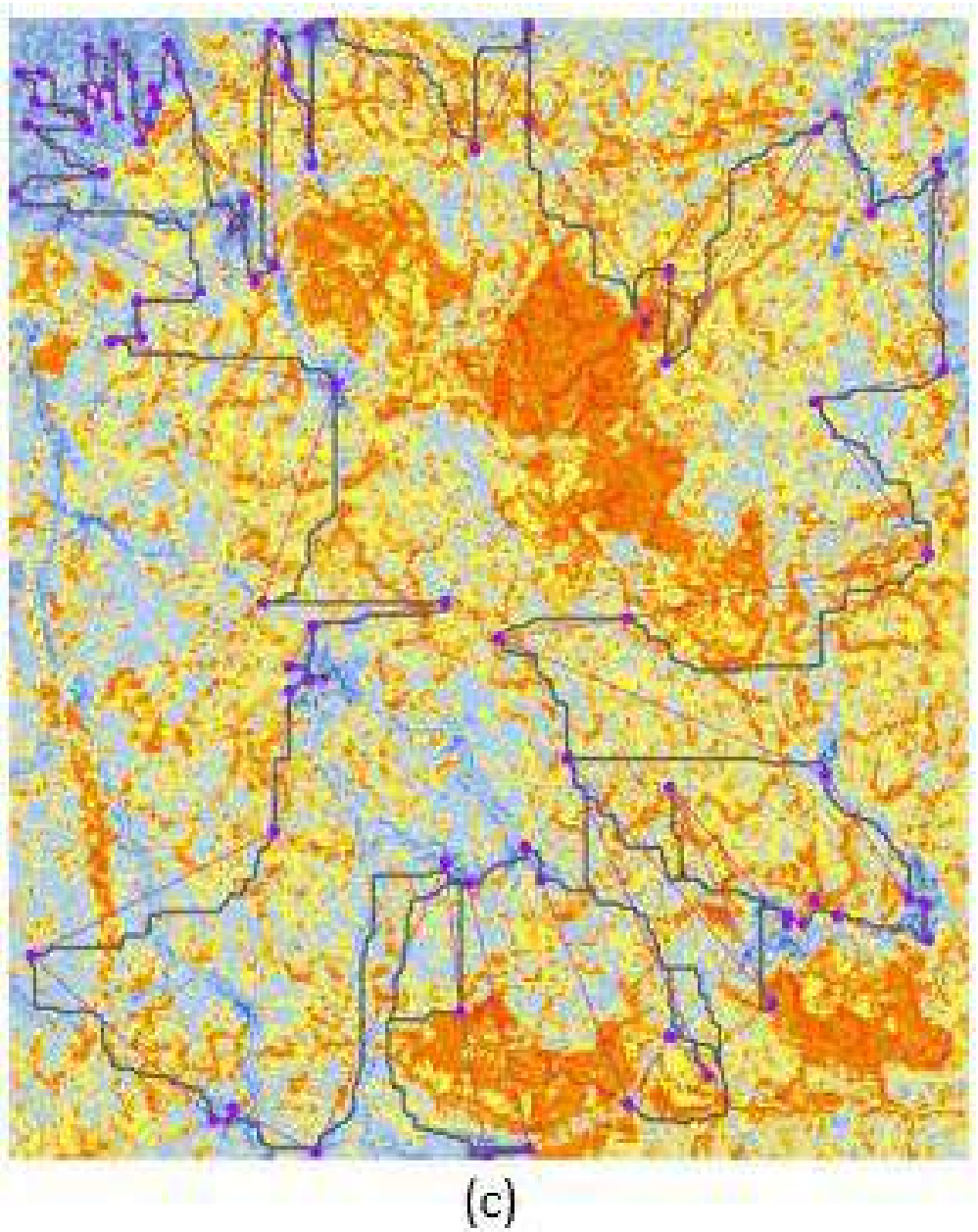


Fig. 21 - (c) sobreposição percurso otimizado x linha circuito PCV. Visualização ampliada. Fonte: os autores.

Discussões e Conclusões

Qual seria o melhor traçado para um percurso? Imaginamos que o que nos atrai numa movimentação por uma paisagem seriam seus atrativos. Se estamos com um intuito recreativo ou de lazer, vamos atrás de elementos que chamam a atenção, como acidentes topográficos, vegetação, água, animais, elementos construídos, que despertam o interesse de conhecer e nos encaminham a procurá-los de uma forma segura e mais confortável possível. Fazemos um cálculo entre o grau de atratividade de um elemento e o esforço e gasto de energia que teremos para alcançá-lo e usufruir dele, e assim planejamos nosso trajeto para que ele se torne o mais agradável e bem aproveitado para tirarmos o maior prazer dessa experiência.

Há toda uma tradição do projeto e planejamento da paisagem que explorou essa capacidade de extrairmos o máximo proveito revelando os atrativos que uma paisagem pode oferecer, indo até o ponto de manejar a vegetação, animais e topografia, introduzindo elementos construídos para facilitar a fruição dos lugares, como em parques e trilhas. Já se estamos realizando nossos percursos por razões utilitárias, como com o intuito de atingir o ponto "A" da forma mais rápida e curta disponível, traçamos nosso trajeto de forma a otimizar o tempo e os recursos despendidos nessa travessia. Nesse caso, ficamos satisfeitos pelo menor tempo e energia gastos na chegada ao nosso destino, com a apreciação dos elementos da paisagem como um benefício a mais, e há todo um procedimento de normas de traçado viário que informa essa construção de caminhos.

De outro modo, se estamos percorrendo uma paisagem com o intuito de alcançar um desempenho esportivo ou de competição, dependendo do modo como nos locomovemos - a pé, de bicicleta, motocicleta ou outro veículo automotor - o que interessa é nos concentrarmos nos desafios e regras do evento, com a paisagem aparecendo, quando muito, como um quadro de fundo, parcialmente percebido, como um obstáculo a mais a ser transposto. Em casos assim, cada prova, esporte e atividade tem seus manuais e formas de aplicação.

Mas também podemos ir a uma paisagem com o intuito exploratório de um tema específico, como a procura de uma planta, um animal, um minério, ou um outro recurso qualquer. Em casos assim nos concentramos nos vestígios que levem a esse elemento e podemos gastar um tempo imenso ficando imobilizados num lugar, mas ficamos muito satisfeitos se conseguirmos alcançar a obtenção de nosso dado, com a paisagem ficando como um plano de fundo, que nos atraiu por seus índices utilitários.

Cada especialidade, disciplina e área de conhecimento tem a forma certa de treinar seus participantes a cumprir seus objetivos. Poderíamos acrescentar mais uma camada nessas diversas versões que procuram seus modos de interagir com a

paisagem, que seria a dimensão burocrática das normas, leis e estatutos, que têm a pretensão de dizer às pessoas como elas podem usar uma paisagem, que carregam sempre nas proibições, penas e multas, na tentativa de disciplinar os usuários na utilização de um recurso. Evidentemente, que este método do bastão, ao invés de conduzir os cidadãos, gera, no sentido inverso, a busca incessante de se burlar as regras.

Assim, conforme o interesse que nos leva a uma paisagem, o melhor percurso que teremos é aquele que atendeu melhor nossos objetivos. E o algoritmo de otimização que podemos utilizar para atingir esses resultados pode ser programado para oferecer os diferentes traçados de percursos possíveis.

Uma programação apenas não se torna suficiente para atender a todos os utilizadores daquela paisagem, pois cada um pode estar procurando por elementos e interesses diversos, o que leva a diferentes traçados de exploração da paisagem. A vantagem dessa programação é patente ao oferecer as alternativas de entrada dos parâmetros conforme o interesse que norteará o delineamento dos percursos na paisagem, minimizando a possibilidade de contrariar o que leva um determinado usuário a se dirigir a uma paisagem. Ao mesmo tempo a simulação garante que aquele traçado específico atenda melhor aos interesses do usuário, resultando que seja mais atentamente seguido, trazendo um benefício tanto a quem percorre, quanto ao meio ambiente, permitindo um melhor uso dos serviços ecossistêmicos como da conservação dos recursos paisagísticos, que em primeiro lugar o levou a procurar fazer aquele percurso.

O desafio se torna garantir que possam ser atendidos o maior número possível de interesses de percurso, com o menor número de caminhos possíveis abertos, aproveitando ao máximo os caminhos já existentes, e atendendo aos condicionantes e potencialidades paisagísticas detectados. Evita-se, assim, um deletério efeito de fragmentação e degradação na paisagem, diminuindo o próprio valor de atratividade que levou a procurá-la em primeiro lugar.

Como fazer para conciliar os diversos interesses que nos levam a procurar uma paisagem? Como levar o usuário a seguir mais estritamente o percurso indicado? Como utilizar uma paisagem sem degradá-la? Como planejar intervenções na paisagem de forma a aumentar o seu valor de uso e de integridade e riqueza de seus elementos? Talvez os processos paramétricos para otimização de percursos, como o experimentado aqui, possam nos ajudar a chegar a resultados de planejamento e projeto mais eficazes para garantir uma maior resiliência das paisagens.

Referências Bibliográficas

BENEDICT, Mark A. et al. Green infrastructure: linking landscapes and communities. Island press, 2012.

BONHAM-CARTER, Graeme F. Geographic Information Systems for Geoscientists; modelling with GIS. Ottawa, Pergamon, 1994. 398 p.

CARPENTER, Stephen R. et al. Accelerate synthesis in ecology and environmental sciences. BioScience, v. 59, n. 8, p. 699-701, 2009. http://dx.doi.org/10.1525/bio.2009.59.8.11

CELANI, Gabriela; VAZ, Carlos Eduardo Verzola. CAD scripting and visual programming languages for implementing computational design concepts: A comparison from a pedagogical point of view. International Journal of Architectural Computing, v. 10, n. 1, p. 121-137, 2012.

CHEN, Min; LIN, Hui. Virtual geographic environments (VGEs): originating from or beyond virtual reality (VR). 2018. https://doi.org/10.1080/17538947.2017.1419452

COHEN-SHACHAM, Emmanuelle et al. Nature-based solutions to address global societal challenges. IUCN: Gland, Switzerland, v. 97, 2016. https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_93FD38C8836B.P001/REF

DA ROCHA, Pedro Luís Bernardo et al. Fostering inter-and transdisciplinarity in discipline-oriented universities to improve sustainability science and practice. Sustainability Science, v. 15, n. 3, p. 717-728, 2020.

DÍAZ, Sandra et al. Assessing nature's contributions to people. Science, v. 359, n. 6373, p. 270-272, 2018. https://doi.org/10.1126/science.aap8826

DODGSON, John S. et al. Multi-criteria analysis: a manual. 2009.

EASTMAN, Charles M. et al. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons, 2011.

Eastman, J. R.; Jin, W.; Kyem, P.A.K.; Toledano, J. Raster procedures for multicriteria/multi-objective decisions. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v.61, n.5, p. 539-547, 1995.

FLORIO, Wilson. Modelagem Paramétrica, Criatividade e Projeto: duas experiências com estudantes de arquitetura. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 6, n. 2, p. 43-66, 2011.

FRANTZESKAKI, Niki et al. Urban sustainability transitions: the dynamics and opportunities of sustainability transitions in cities. In: Urban sustainability transitions. Routledge, 2017. p. 1-20.

GASTON, Kevin J., editor. Urban Ecology. Cambridge University Press, 2010. https://doi.org/10.1017/CBO9780511778483

KARAM-GEMAEL, Manoela et al. Poor alignment of priorities between scientists and policymakers highlights the need for evidence-informed conservation in Brazil. Perspectives in Ecology and Conservation, v. 16, n. 3, p. 125-132, 2018. https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.06.002

LEACH, Neil. Digital cities. Architectural Design, v. 79, n. 4, p. 6-13, 2009.

LUNDQUIST, Carolyn J. et al. Visions for nature and nature's contributions to people for the 21st century: Report from an IPBES visioning workshop held on 4-8 September 2017 in Auckland, New Zealand. NIWA Science and Technology, 2017. https://niwa.co.nz/sites/niwa.co.nz/files/IPBES-Nature-Futures-report_2017.pdf

LYNCH, A. Jasmyn J. et al. Transdisciplinary synthesis for ecosystem science, policy and management: The Australian experience. Science of the Total Environment, v. 534, p. 173-184, 2015. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.100

JANKOWSKI, Piotr; RICHARD, L. Integration of GIS-based suitability analysis and multicriteria evaluation in a spatial decision support system for route selection. Environment and Planning B: Planning and Design, v. 21, n. 3, p. 323-340, 1994.

MATAI, Rajesh; SINGH, Surya Prakash; MITTAL, Murari Lal. Traveling salesman problem: an overview of applications, formulations, and solution approaches. Traveling salesman problem, theory and applications, v. 1, 2010.

MAUSER, Wolfram et al. Transdisciplinary global change research: the co-creation of knowledge for sustainability. Current opinion in environmental sustainability, v. 5, n. 3-4, p. 420-431, 2013. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.001

MAZZUCATO, Mariana. Mission-oriented research & innovation in the European Union. European Commission, 2018. https://doi.org/10.2777/36546

MOTTA, Silvio R.; MOURA, Ana Clara Mourão; RIBEIRO, Suellen Roquete. Ampliando do data-driven e knowledge-driven para propor o visual-driven na análise de multicritérios: estudo de caso de modelagem em Grasshopper+ Rhino3D. Revista Brasileira de Cartografia, v. 69, n. 8, p. 1521-1535, 2017.

MOURA, Ana Clara Mourão. Aplicação do modelo de polígonos de Voronoi em estudos de áreas de influência de escolas públicas: estudo de caso em Ouro Preto–MG. Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, v. 3, n. 2, 2009.

MOURA, Ana Clara Mourão. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 13, p. 2899-2906, 2007.

NORSTRÖM, Albert V. et al. Principles for knowledge co-production in sustainability research. Nature Sustainability, v. 3, n. 3, p. 182-190, 2020. https://doi.org/10.1038/s41893-019-0448-2

SCHUMACHER, Patrik. Parametricism: A new global style for architecture and urban design. Architectural Design, v. 79, n. 4, p. 14-23, 2009.
STAVRIC, Milena; MARINA, Ognen. Parametric modeling for advanced architecture. International journal of applied mathematics and informatics, v. 5, n. 1, p. 9-16, 2011.
TERZIDIS, Kostas. Algorithmic architecture. Routledge, 2006.
TOOMEY, Anne H. What happens at the gap between knowledge and practice? Spaces of encounter and misencounter between environmental scientists and local people. Ecology and Society, v. 21, n. 2, 2016. https://doi.org/10.5751/ES-08409-210228
TOOMEY, Anne H.; KNIGHT, Andrew T.; BARLOW, Jos. Navigating the space between research and implementation in conservation. Conservation Letters, v. 10, n. 5, p. 619-625, 2017. https://doi.org/10.1111/conl.12315
TRESS, Gunther; TRESS, Bärbel; FRY, Gary. Clarifying integrative research concepts in landscape ecology. Landscape Ecology, v. 20, n. 4, p. 479-493, 2005. https://doi.org/10.1007/s10980-004-3290-4
WHITMEE, Sarah et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. The lancet, v. 386, n. 10007, p. 1973-2028, 2015. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1
WU, Jianguo. Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. Landscape ecology, v. 28, n. 6, p. 999-1023, 2013. https://doi.org/10.1007/s10980-013-9894-9
ZHANG, Yingyi; LIU, Chang. Parametric Urbanism and Environment Optimization: Toward a Quality Environmental Urban Morphology. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 7, p. 3558, 2021.

CAPÍTULO 11
GEODESIGN NA DEFINIÇÃO DE UNIDADES DE PAISAGEM NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: BASE PARA UM PLANO DA PAISAGEM

Ana Clara Mourão Moura

Alfio Conti

Ítalo Sousa de Sena

Nicole Andrade da Rocha

Danilo Marques Magalhães

Gustavo Adolfo Tinoco Martinez

Christian Rezende Freitas

Resumo

O capitulo relata e demonstra o processo de criação de Unidades de Paisagem para o Quadrilátero Ferrífero, com vistas a contribuir como base para o Plano Diretor da Paisagem da região. Apresenta processo metodológico de composição das unidades, que partiram de estudos específicos desenvolvidos em paralelo e que, por sua vez, são descritos em capítulos específicos do presente livro, quais sejam: as Unidades de Paisagem Urbana (1), Rural (2), Ambiental (3) e Geossistêmica (4). Uma vez descritos os processos de composição das unidades por eixo de investigação, adota-se o procedimento de Análise Combinatória para a integração das unidades partindo da lógica 1+2 = A, A+3 = AB, AB+4 = ABC, onde ABC é a síntese final, denominada Unidades de Paisagem Estruturantes. A análise combinatória resultou em 109 polígonos, que são Âmbitos de Paisagem que, integrados segundo áreas de condições homogêneas, conformam 20 Unidades de Paisagem.

A partir das Unidade de Paisagem (UPs), é produzido material informativo sobre as características principais de cada porção territorial, as chamadas chaves de classificação, contendo imagens isométricas adquiridas por drone, croquis e imagens de satélite representativas da essência visual da unidade. É organizada extensa coleção de mapas temáticos, analíticos e de Unidades de Paisagem da região, posteriormente organizados na forma de WebMap/WebGis, usando a plataforma GISColab. Usando esta plataforma web-based, o grupo de pesquisadores envolvidos realizou workshops de Geodesign para a cocriação de propostas para o Quadrilátero Ferrífero, na forma de sugestões para uso e ocupação do solo, considerando características principais, vulnerabilidades e potencialidades. Todo o material gráfico produzido, assim como as explicações sobre cada eixo de investigação, faz parte dos capítulos e do material ilustrativo da presente publicação. É uma primeira contribuição a um Plano da Paisagem, a ter suas discussões continuadas em reuniões futuras que envolvam, além da opinião técnica, a opinião cidadã.

Introdução

O Brasil enfrenta uma significativa falta de processos e capacitação quando se trata de gestão e planejamento de paisagens. Faltam normas específicas para a proteção e métodos para a identificação, representação, análise, simulação e definição dos limites de uma paisagem de forma aceitável, o que é pertinente aos valores culturais e às dinâmicas de transformação espacial. Isso ficou claro diante de dois grandes desastres ambientais envolvendo o rompimento de barragens no Quadrilátero Ferrífero, ambas utilizadas para operações de mineração. Os acidentes impactaram negativamente as paisagens de Mariana (onde foram encontrados 19 mortos) e Brumadinho (270 vítimas). Diante da necessidade de propor um plano de reestruturação da área, notou-se que não havia por onde começar, pois não havia registros de unidades de paisagem, nem de valores ambientais, sociais e culturais ou fatores invariantes (elementos notáveis, sua genialidade loci, como proposto por Norberg-Schulz, 1980). Sem um retrato da paisagem anterior, antes dos desastres, é desafiador criar uma proposta para o futuro, principalmente quando se trata da recuperação da área. Não existia uma classificação prévia dos valores e qualidades da paisagem, o que atrasa ou mesmo impossibilita a criação de um plano de recuperação ou a promoção de processos de tomada de decisão de qualidade. As novas tecnologias de geoinformação podem suprir essa lacuna, pois fornecem instrumentos que podem ser organizados em processos metodológicos para o planejamento e gestão de paisagens urbanas e ambientais.

O geodesign é um método de planejamento compartilhado, o que significa planejar “com” e “para” a geografia (Steinitz, 2012). Uma vez que a área de estudo e suas potencialidades e vulnerabilidades estão claramente representadas, em oficinas de decisão compartilhada os participantes desenvolvem coletivamente ideias que correspondem a um plano diretor para uma área, sugerindo futuros alternativos. Os princípios são a compreensão coletiva do problema, a proposição de ideias, a discussão dos impactos, a negociação e, finalmente, a decisão. O Geodesign explora recursos de geovisualização para ampliar a compreensão do processo de planejamento geoespacial, permitindo que os participantes contribuam com suas ideias para a área. (Dangermond, 2009; Ervin, 2011; Flaxman, 2010; Miller, 2012; Steinitz, 2012).

No presente estudo a Geovisualização e o Geodesign são aplicados no processo de tomada de decisão, com base na integração espacial de variáveis por Análise Combinatória. Isso significa que inicialmente é produzida uma representação ampla e completa das características do local e, por processos de Análise Combinatória desses mapas iniciais, são compostas as Unidades de Paisagens segundo 4 eixos: Rural, Urbano, Ambiental e Geossistêmico.

A Análise Combinatória é um procedimento de álgebra de mapas que combi-

na camadas para identificar possíveis composições existentes. Inicialmente, cada camada é codificada em seus componentes de legenda, de caráter qualitativo e categórico, indicando as tipologias de ocorrência existentes. Na álgebra, todas as combinações possíveis entre camadas são identificadas. As decisões sobre o significado das combinações cabem ao organizador do estudo, de acordo com seus objetivos de análise. É um procedimento que identifica categorias de combinações espaciais possíveis. (Moura, 2003; Rocha et al. 2018; Moura, 2020).

Para a tomada de decisão na etapa de integrações de Unidades de Paisagem, os produtos de geovisualização são projetados para informar melhor as sínteses esperadas. Eles são baseados em esboços sintéticos e imagens capturadas por drones, compondo visadas geográficas representativas da essência do recorte. Apoiadas na geovisualização, são tomadas decisões para a delimitação espaciais das Unidades de Paisagem ao longo dos 4 eixos e, finalmente, para as Unidades de Paisagem de síntese, as chamadas “Unidades de Paisagem Estruturantes”. Uma vez definidas as unidades de paisagem, em workshop de Geodesign é realizada a cocriação de ideias para cada área.

Cabe reforçar os conceitos de Unidades de Paisagem e de Âmbitos de Paisagem, trabalhados também em capítulos anteriores desta publicação. Conforme já registrado nos mencionados capítulos, o grupo de trabalho optou por seguir os princípios italianos sobre os termos. Segundo Felloni*, o conceito de unidade de paisagem tem particular importância no planejamento urbano, pois a cidade é planejada segundo o conceito de região, sendo fundamental mapear as suas estruturas de relações e ligações espaciais. Desta forma, a leitura da paisagem não pode acontecer a partir da escala municipal, mas sim da paisagem geográfica, sendo a matriz de referência os elementos geográficos. A escala municipal tem a função de ser a célula para envolver a comunidade.

Observa-se que o interesse contemporâneo pela paisagem não se fecha apenas nas paisagens notáveis, mas trata também das paisagens ordinárias. A Prof.a Felloni orienta que a metodologia de trabalho deve partir de um repertório de representações, e foi o realizado pela equipe envolvida na pesquisa e relatado nos capítulos anteriores (assim como está disponibilizado na coleção de mapas apresentada na segunda parte do livro). Um caminho na representação é o aspecto econômico, mas a prioridade não é exatamente a excelência, mas a história humana. A história está naturalmente muito associada à economia, como motivadora das transformações e definidora das necessidades. Trata-se de abordar a questão produtiva para se chegar a um uso ótimo do território.

* Prof.a Maria Fiorella Felloni, Politecnico di Milano, Polimi, Dipartimento architettura e studi urbani (DASTU), informações apresentadas em reunião online com a equipe do Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG em 14 de julho de 2020.

Segundo Felloni, na Itália do princípio de “Unidades de Paisagem” é anterior aos anos 80 e 90, segundo tentativas de subdividir o território segundo o caráter funcional. Foi uma primeira articulação para a identificação de áreas homogêneas, partindo de uma matriz geográfica e segundo uma caracterização das relações entre as urbanizações. A inclusão do termo “Âmbito” de paisagem nas análises e planejamento italiano reflete a tentativa de inserir a leitura integrada e incluir a paisagem ordinária, e até mesmo a degradada. Destaca-se que o foco não está no tombamento e congelamento da paisagem, mas a transformação é autorizada. Unidade e Âmbito nascem de objetivos diferentes.

Segundo a mesma professora, o “Âmbito de Paisagem” coloca o foco na identificação das relações existentes, dos fenômenos existentes que surgem, inclusive, das condições geográficas. Insere o princípio de transformação. Propõe que se faça a leitura e compreensão de quais são as dinâmicas existentes, e não pensar apenas na questão do olhar e da contemplação. Outra questão fundamental é que o âmbito, em si, já é um elemento de planejamento. Quando havia apenas o conceito de Unidade de Paisagem, se fazia primeiro a caracterização da área e depois era necessário redigir as normas para cada recorte. Já para o princípio de âmbito, ele já é um instrumento de ação estratégica, de planejamento estratégico. Ao se trabalhar com âmbito é necessário pensar a condição cotidiana, a “cotidianidade”, que traz necessidades a serem atendidas, o que se sobrepõe à rigidez de congelamentos da paisagem. Destaca-se a relação estrutural dos elementos componentes.

Nesse sentido, seguindo a orientação italiana, a partir de uma matriz geográfica são entendidas as Unidades de Paisagem do Quadrilátero Ferrífero. Contudo, são estudadas as relações entre as partes do território e o próprio desenho das unidades é reavaliado e ajustado ao se entender as relações espaciais e suas dinâmicas, o que resulta na identificação dos Âmbitos de Paisagem. Observa-se que no estudo de caso os ajustes realizados aconteceram no sentido de decompor, para compor e recompor: identificando uma complexa matriz de elementos, compondo arranjos observados e resultando nas Unidades, avaliando depois as relações intrínsecas de suas partes componentes para definição de Âmbitos, seguido de revisão de linhas definidoras de Unidades. No estudo de caso, as Unidades contêm os Âmbitos. O que entendemos dos conceitos e suas aplicações, é que, a depender das características e dimensões do estudo de caso, pode acontecer também uma mudança de escala, na qual os Âmbitos contêm as Unidades. O importante é que o recorte de Âmbitos seja definido segundo os objetivos de estratégicas de transformações, ou seja, que sejam observadas as necessidades de dar apoio ao planejamento estratégico.

Dado o contexto regional e cultural, caracterizado pela falta de leis e procedimentos para o planejamento regional e da paisagem, o capítulo tem como objetivo apresentar a proposta de criação de Unidades de Paisagem, como base para o

planejamento compartilhado por meio da cocriação.

Participaram do processo integrantes do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG, que possuem, cada qual, conhecimento especialista em eixos de investigação e conhecimento do território do Quadrilátero Ferrífero. Como base para as definições, foi utilizada a ampla coleção de dados coletados e organizados durante a pesquisa sobre a área, a captura de imagens drone e a elaboração de croquis representativos dos recortes espaciais. Organizados em subgrupos, segundos suas áreas de atuação, foi inicialmente proposto pelos subgrupos as Unidades de Paisagem segundo os recortes urbano, rural, ambiental e geossistêmico. Ao longo de reuniões sistemáticas, foram realizadas as integrações dos eixos, com definição de combinações e decisão sobre os ajustes dos limites dos polígonos.

Uma vez definidas as unidades finais, as Unidades de Paisagem Estruturantes, os participantes propuseram em workshop de Geodesign planos de futuros alternativos para as áreas. Foi utilizada a plataforma GISColab, própria para os trabalhos em Geodesign. A plataforma brasileira de Geodesign, GISColab, foi criada inicialmente pelo grupo GE21 Geotecnologias para aplicações em IDE (Infraestrutura Espacial de Dados Espaciais), e teve o desenvolvimento de scripts e adaptações específicas para o Geodesign realizado pelo Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG. A plataforma é estruturada de modo a apoiar os processos de planejamento baseados em Geodesign, de forma flexível para se adaptar a diferentes estruturas de trabalho, e de acordo com as especificidades do estudo de caso (Moura e Freitas, 2020). O GISColab é organizado em quatro componentes principais: a) Banco de dados geográfico; b) Geoserver, utilizando padrões *open-source* estabelecidos pelo Open Geospatial Consortium (OGC). Ele é responsável pela conversão da informação geográfica em webservices, conferindo assim um carácter mais dinâmico à difusão dos dados e garantindo a interoperabilidade; c) Catálogo de Metadados; d) WebMap/WebGis, que permite recuperar e visualizar as informações cadastradas no catálogo de metadados, bem como organizá-las de forma a fornecer um contexto mais claro dos dados e seus subconjuntos.

Parte importante do processo foi a disponibilização de expressiva coleção de mapas aos participantes. Foram 65 mapas iniciais; 28 mapas analíticos intermediários; 4 mapas de síntese de unidades de paisagem segundo os temas de rural, urbano, ambiental e geossistêmico; um mapa síntese de Unidades de Paisagem Estruturantes e um mapa de subdivisão do mapa anterior em Âmbitos de Paisagem". Para definir as propostas para cada Unidade de Paisagem, contribuindo para o Plano de Paisagem, os participantes puderam utilizar a representação em perspectiva de imagens aéreas (capturadas por drone). As decisões sobre as propostas foram registradas e discutidas em um questionário do Google Forms, vinculado às formas

das Unidades de Paisagem. Todo o processo em uso integrado, aprimorado pela geovisualização.

O produto final é o mapa de Unidades de Paisagem Estruturantes, a sua subdivisão em áreas internas de Âmbitos de Paisagem, chaves de classificação de paisagens com ilustrações de suas características principais, e proposições sobre potencialidades e vulnerabilidades de cada área, com vistas ao suporte para um Plano Diretor da Paisagem.

A inovação científica está no suporte da geovisualização para a construção de opiniões e do Geodesign para a tomada de decisões. A geovisualização foi inicialmente elaborada por imagens obtidas por voos de drone e representação em perspectiva oblíqua das Unidades de Paisagem. O consumo de informações também utilizou o potencial da geovisualização, por meio da estrutura de uma Infraestrutura de Dados Espaciais e a total interoperabilidade do uso de recursos, viabilizada por meio da plataforma brasileira de Geodesign, GISColab.

O Quadrilátero Ferrífero

Ao longo da presente publicação, definições e explicações sobre o Quadrilátero Ferrífero foram apresentadas em cada capítulo. Dada a importância e a complexidade da área, cada pesquisador apresentou a sua abordagem, e isto não é redundante, pois compõe o mosaico de olhares sobre uma realidade complexa. O Quadrilátero Ferrífero é a área mais relevante do patrimônio cultural e histórico do estado de Minas Gerais, não apenas por suas cidades históricas e obras de arte, mas também por sua notória paisagem, recursos naturais e ambientes que foram transformados por empreendimentos de mineração. O Quadrilátero Ferrífero é a área de notável paisagem que traduz o *genius loci* do estado de Minas Gerais, Brasil. Os primeiros colonos chegaram a Minas Gerais guiados pelas serras do Quadrilátero Ferrífero, onde foram descobertas as riquezas minerais, e as primeiras cidades foram fundadas e hoje fazem parte do patrimônio histórico do Brasil.

O Quadrilátero Ferrífero é uma área com relevante património cultural e ambiental, constituído por obras arquitetônicas únicas, conjuntos urbanos de diferentes épocas da evolução do Brasil, recursos naturais responsáveis pelo abastecimento de água de número significativo de moradores, ambiente composto por paisagens notáveis de referência. Por outro lado, é também uma área de expressivo potencial econômico ligado à exploração mineral, para não falar de interesse avassalador relacionado ao crescimento urbano. Seu notável valor ambiental advém não apenas de conter os fragmentos remanescentes de florestas primárias e Campo Rupestre, mas também por ser uma área de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, com significativas paisagens naturais, compostas pelas montanhas que são cognitivamente, e bastante estritamente, associadas a Minas Gerais.

Além da área geológica instituída por Dorr (1969) com cerca de 5.800 km², e a intenção de implantar o Geoparque do Quadrilátero Ferrífero em uma área de cerca de 7.000 km² (Azevedo et al., 2012), o "Quadrângulo Ferrífero" não é uma unidade administrativa instituída legalmente. Optamos por somar as áreas municipais em que se insere a formação ferrífera, de 11.676 km² e aproximadamente 4.177.793 habitantes, considerando a população de seus 28 municípios (IBGE, 2020). Essa ação se justifica pelo fato de que o planejamento deve ocorrer em unidades administrativas pré-existentes, uma vez que não existe uma área regional "Quadrilátero Ferrífero" real e institucionalizada. (Fig. 01).

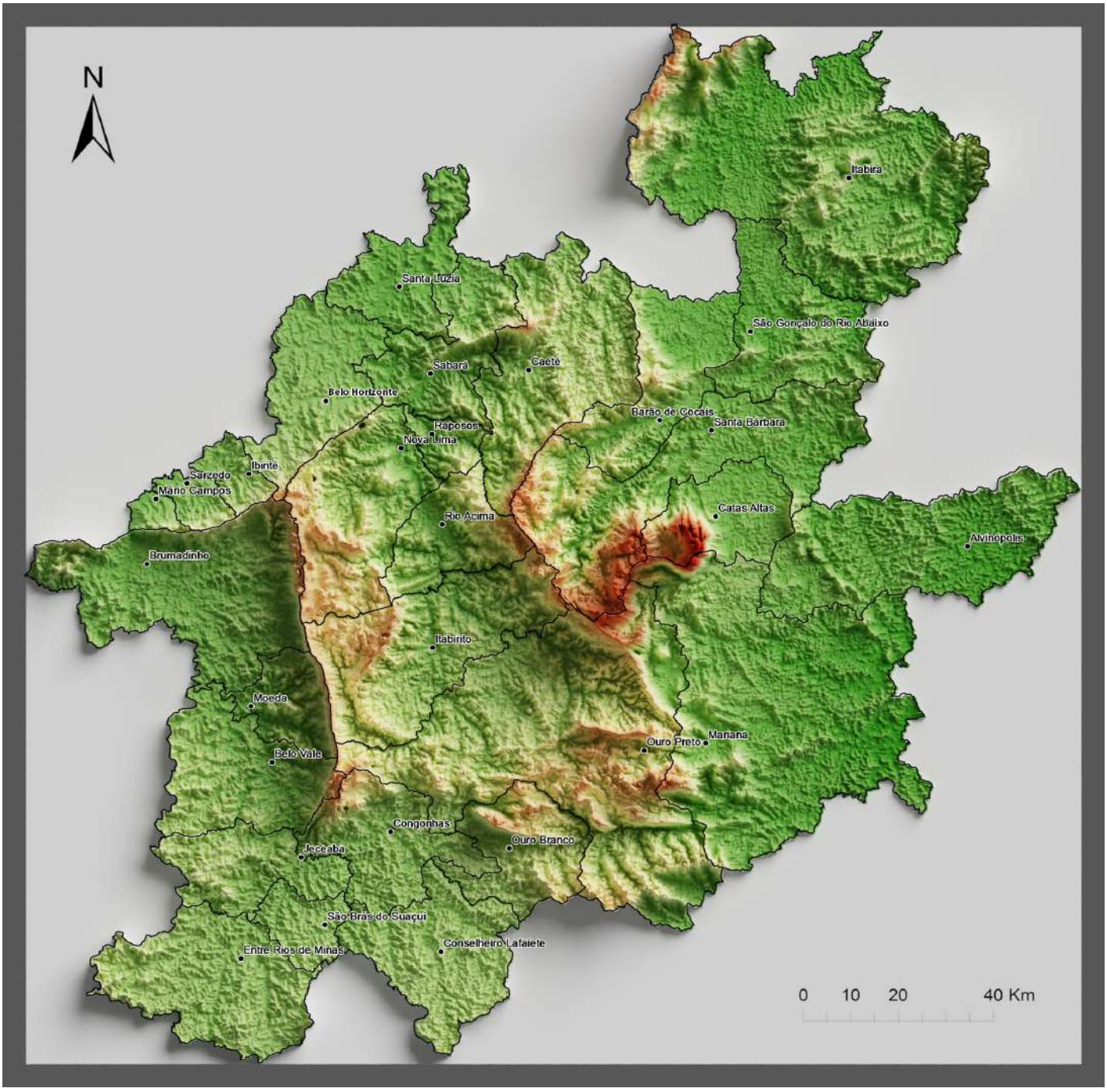


Fig. 01 – Topografia do Quadrilátero Ferrífero, no nosso recorte não só a área de expressão do minério de ferro, mas também os limites dos municípios que correspondem à presença do recurso. Fonte: os autores, elaborado por Ítalo Sena.

A região está em constante transformação graças às atividades de mineração e ao crescimento da malha urbana, apresentando assim conflitos de interesse entre proteção ambiental, valores culturais, pressão do crescimento urbano e empreendimentos de mineração. Segundo Azevedo et al (2012) a área corresponde a 26,8% do PIB de Minas Gerais, sendo a mineração a base econômica das cidades da área, por ser a província mineral mais importante do sudeste brasileiro. É responsável por 70% da produção de ferro do Brasil, cabendo destacar também que o Brasil é responsável por 19% da produção mundial de ferro (IBRAM, 2009).

As discussões e proposições de um Plano Diretor de Paisagismo para o Quadrilátero Ferrífero são essenciais para a gestão de interesses conflitantes, principalmente diante do atual cenário enfrentado por Minas Gerais, decorrente dos desastres ambientais envolvendo rompimentos de barragens de rejeitos em Mariana e Brumadinho. A falta de um "Plano da Paisagem" deixa a sociedade brasileira em uma situação de fragilidade quando precisa definir valores, potencialidades, restrições, futuros alternativos. A criação do processo de definição de Unidades de Paisagem é, portanto, um passo inicial para esse Plano Diretor, que seria estruturado de acordo com o princípio de Escopos de Paisagem, usos estratégicos e futuros alternativos. O estudo é bastante valioso como referência para países, como o Brasil, que ainda não começaram a trabalhar com o conceito de paisagem no contexto do planejamento territorial. Nesse sentido, é uma contribuição metodológica, científica, acadêmica, ambiental e social.

Metodologia para a classificação de Unidades de Paisagem

Segundo Moura (2020), as representações e estudos espaciais são baseados em análises e sínteses, nas quais variáveis são manipuladas para responderem aos principais fenômenos, ocorrências e características de um determinado local (MCHARG, 1969). As investigações analíticas requerem a decomposição da realidade em suas variáveis mais relevantes, para observar detalhadamente cada tema (CHORLEY e HAGGET, 1967). As investigações sintéticas requerem a composição de variáveis em visões interpretativas que respondam a cenários reais. O processo de modelagem, portanto, envolve a análise (decomposição) e síntese (composição) para criar avaliações sobre um território em relação a cenários possíveis (recomposição). A modelagem de dados espaciais, nesse sentido, segue os princípios da abordagem sistêmica (BERTALANFFY, 1968).

A lógica aqui proposta inclui as etapas de decomposição da realidade em suas variáveis componentes principais, para compor sínteses integradas que permitam uma melhor compreensão das relações existentes. Então, por fim, a decomposição e composições parciais resultam em recomposição que expressa as Unidades de Paisagem, que são a base espacial para se propor planos de futuros alternativos para o Quadrilátero Ferrífero. A etapa de decomposição produz os da-

dos, a etapa de composição produz informações e a etapa de recomposição produz conhecimento sobre a área. (Fig. 02).

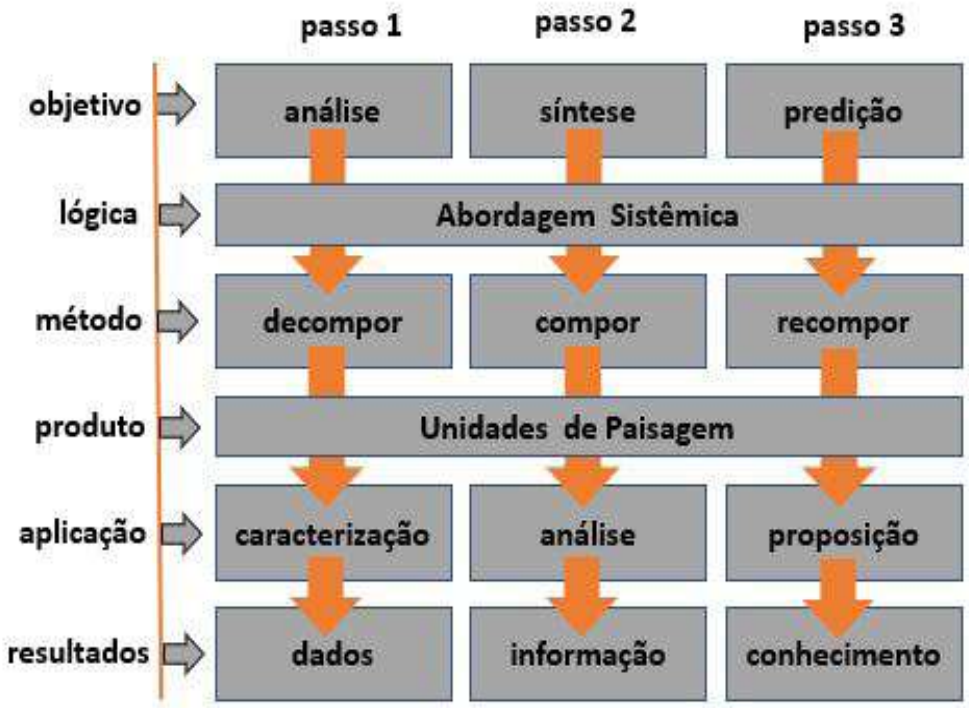


Fig. 02 – Síntese conceitual e metodológica empregada. Fonte: os autores.

A lógica para desenvolver o estudo de caso utilizado foi seguiu os princípios da abordagem sistêmica, através da decomposição em variáveis principais e caracterização das unidades de paisagem, que resulta em um relatório cartográfico incluindo dados geoespaciais sobre a área. A segunda etapa envolve a criação de sínteses, que na abordagem sistêmica, são composições de variáveis que favorecem a identificação de unidades de paisagem e resultam em uma interpretação geral da área, gerando também informações geoespaciais. A terceira etapa envolve a criação de estudos preditivos que, segundo a abordagem sistemática, resultam da recomposição das variáveis selecionadas, o que define as unidades de paisagem como suporte para as atividades de planejamento e representam o conhecimento do arranjo espacial da área. Esse processo de três etapas inclui etapas destinadas a atingir metas, seguir uma lógica, aplicar um método, gerar produtos, favorecer aplicações e apresentar resultados.

A lógica emprega uma integração sequenciada de abordagens, segue o caminho dos estudos de paisagem urbana e paisagem rural, inclui unidades de paisagem ambiental e, finalmente, inclui unidades geossistêmicas. A ideia foi partir de variáveis que compõem uma identificação visual da paisagem e, em seguida, incluir questões que não são necessariamente apenas visuais, mas relacionadas à dinâmica do uso da terra, associada à cultura, história e produção econômica. Dessa forma, são abordadas identidades visuais, de uso e cultura territorial.

Produzimos 65 mapas base, decompondo a região de acordo com vários aspectos de interesse. Em seguida, foram compostos em 28 mapas interpretativos que indicam potencialidades, vulnerabilidades, necessidades e arranjos espaciais. Nesse momento, foram realizados estudos de predominância na paisagem e identificados os primeiros arranjos segundo aspectos urbanos, rurais, ambientais e geossistêmicos.

Imagens foram capturadas por drones, em visão isométrica, de modo a permitirem a geovisualização de decisões sobre unidades de paisagem de acordo com os 4 eixos, favorecendo que as informações produzidas pudessem ser utilizadas em reuniões para decisão compartilhada sobre as unidades. Foram elaborados desenhos que representam a essência as unidades da paisagem de forma interpretativa de acordo com cada eixo. Também em reunião de decisão compartilhada, foi elaborada a recomposição das unidades estruturantes da paisagem. Por fim, foram realizadas reuniões de Geodesign para decisões compartilhadas sobre futuros alternativos para a área. Todas as etapas da metodologia foram baseadas na produção de mapas; combinação de mapas conforme análise principal; definição de unidades territoriais a partir da Análise Combinatória e oficinas para discutir os ajustes dos limites; oficina de Geodesign para cocriação de propostas. Todos as etapas tiveram como suporte os recursos de geovisualização e de tecnologias de geoinformação. Foram realizadas diversas etapas de combinação de variáveis, seguidas de ajustes de limites em atividades coletivas de tomada de decisão, em oficinas com a equipe de pesquisa.

Os estudos iniciais independentes das Unidades de Paisagem de caráter Urbano, Rural, Ambiental e Geossistêmico foram trabalhados em capítulos específicos da presente publicação. Contudo, para fins de sistematização e de apresentação sintética de etapas, para serem usadas como referência para outros estudos, os passos seguidos serão brevemente apresentados.

O roteiro começa na decomposição das variáveis, a partir do mapa de uso do solo, separando as áreas de manchas urbanas dos demais usos. Para as Paisagens Urbanas, nas áreas de mancha urbana foi de interesse separar os arranjos existentes em termos de morfologia, volumetria e padrão arquitetônico predominante. Para trabalhar com a volumetria, para a cidade de Belo Horizonte foram usadas as informações sobre altura das edificações obtidas por dados do LIDAR (Light Detection and Ranging) da PBH (Prefeitura de Belo Horizonte), enquanto para as demais cidades a classificação foi feita por inspeção visual em composição RGB321 + fusão pancromática de imagens de média a alta resolução (CBERS 4) consultadas em paralelo com imagens disponíveis na aplicação Google Earth. Para a classificação da morfologia das vias foram usadas as mesmas imagens de satélite e o suporte do mapa de vetores de vias urbanas, através dos quais classificamos os percursos em regulares ou irregulares. Utilizando informações espaciais sobre arquitetura histó-

rica classificamos as áreas urbanas em históricas e não históricas, e as históricas foram separadas de acordo com a predominância do barroco, positivista/eclético/ neoclássico e modernista. (Fig. 03).

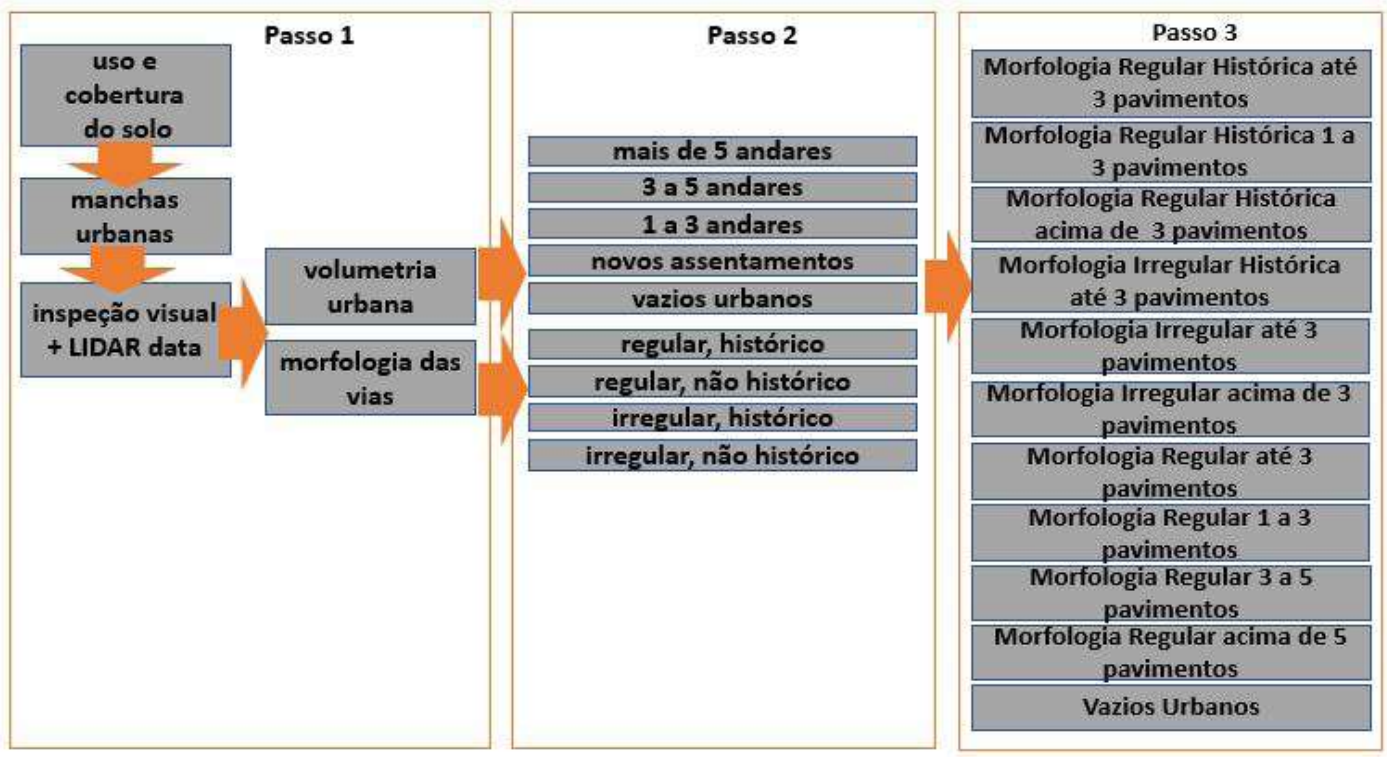


Fig. 03 – Estudos na identificação de Unidades de Paisagens Urbanas. Fonte: os autores.

Como nas áreas urbanas existem planos e leis específicos que controlam a transformação da paisagem (Planos Diretores Urbanos que já existem em todos os municípios da região), nosso objetivo foi apenas entender a composição da paisagem urbana, mas não construir propostas para o futuro das áreas. Feita a caracterização das áreas urbanas, objetivou-se definir suas áreas de influência, em análise regional, as Unidades de Paisagem das Áreas de Influência Urbana. Os recortes são de escala regional e não apenas de áreas urbanas.

As áreas urbanas foram classificadas hierarquicamente de acordo com a população. Foram identificadas relações de dependência entre as cidades, devido às atividades de deslocamento e comercialização. Esses dados permitiram identificar as relações de dependência entre as áreas urbanas. Paralelamente, foram mapeados estradas e feições geográficas de montanhas e rios, o que resultou na identificação de limitações geográficas. Na composição entre as limitações geográficas e as relações de dependência entre áreas urbanas, foram definidas as Unidades de Paisagem das Áreas de Influência Urbana. (Fig. 04).

Para os estudos das Unidades de Paisagem Rural, também foram seguidas três etapas. A etapa 1, ou seja, a decomposição em variáveis, parte do mapa de uso e cobertura do solo para extrair os dados referentes às classes de vegetação (Coleção MapBiomas). Os cadastros ambientais rurais (CAR) foram utilizados para

extrair os dados referentes aos sistemas agrícolas e atividade econômica por propriedade rural. Foram utilizados mapas relativos às serras e rios que indicam a área de influência para as ocorrências. A etapa 2, a composição das sínteses, apresenta informações iniciais referentes à classificação dos grupos de paisagens rurais. Na etapa foi feita a recomposição das áreas em Unidades de Paisagem Rural, a partir de ajustes geoespaciais de acordo com os limites municipais de cada cidade. (Fig. 05).

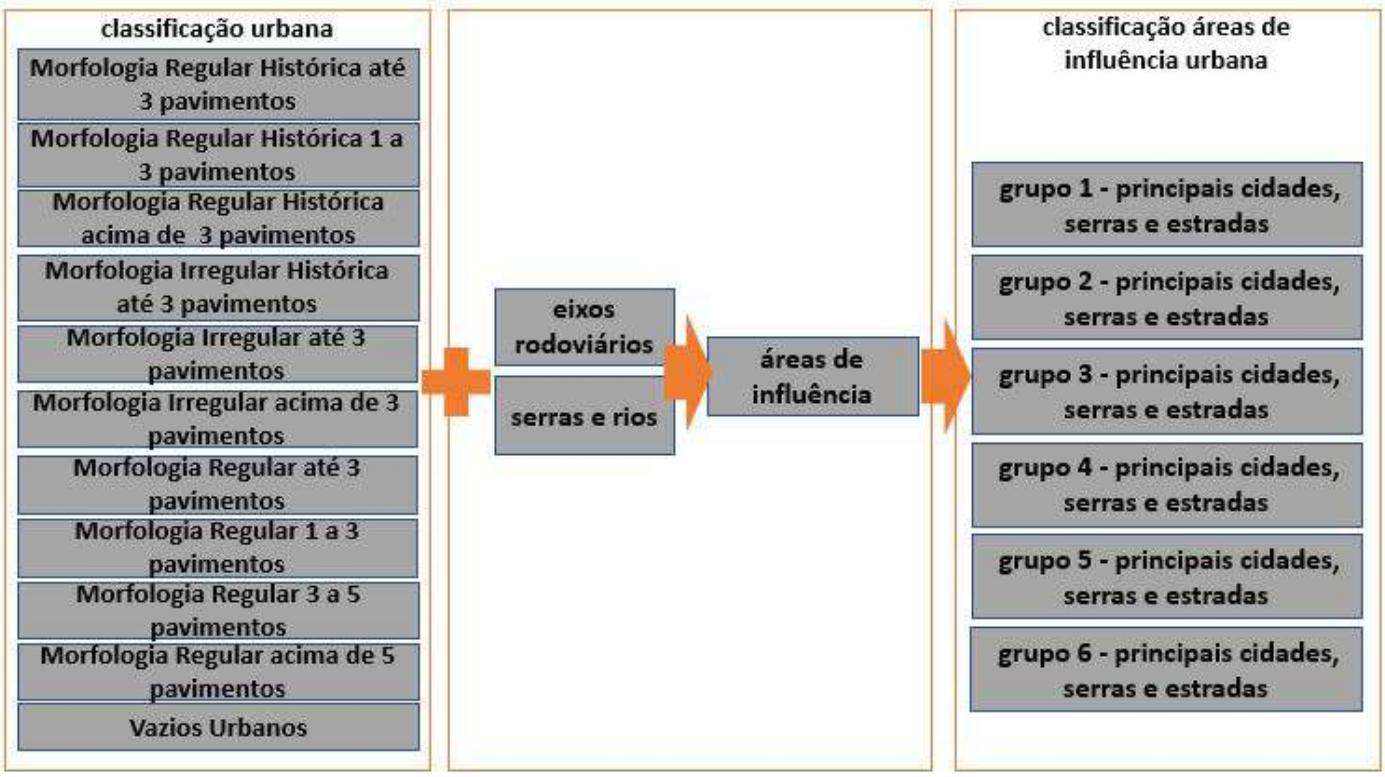


Fig. 04 – Associação das unidades de paisagem urbana com as áreas de influência territorial. Fonte: os autores.

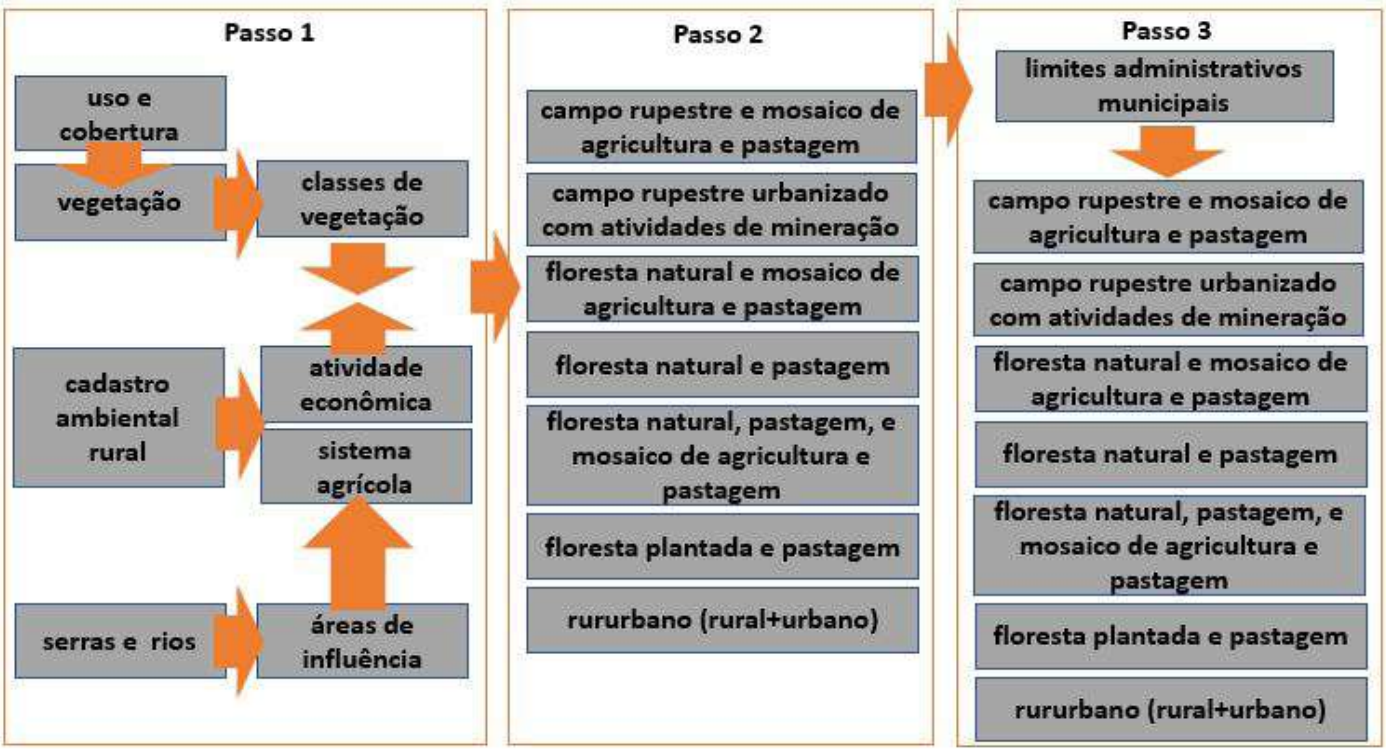


Fig. 05 - Estudos na identificação de Unidades de Paisagens Rurais. Fonte: os autores.

O resultado da síntese anterior é então trabalhado para a integração das Unidades Ambientais. As Unidades de Paisagem Ambientais utilizam como dados para análise a tipologia e robustez da cobertura vegetal, a presença de fontes hídricas e áreas de recarga de aquíferos. Sobre as tipologias de vegetação optou-se pelo destaque às fitofisionomias de campo rupestre e floresta, sendo que o Quadrilátero se encontra na transição entre Cerrado e Mata Atlântica. A robustez da vegetação foi calculada em função de presença e concentração de fragmentos, mensurados pelas métricas de Ecologia da Paisagem, que qualificam as condições de cada área e indicam vulnerabilidades ou recursos expressivos. Para os estudos de importância hídrica foram realizados mapas de concentração de cabeceiras, presença de cursos d´água e capacidade de recarga. Para informações mais detalhadas sobre o processo de geração e combinação de variáveis, ver capítulo específico sobre o tema. (Fig. 06).

Em seguida, ao conjunto resultante das combinações anteriores, são integradas as unidades de feições geomorfológicas. Por fim, são integradas as Unidades de Paisagem Geossistêmicas, previamente elaboradas considerando condições provisionamento, regulação, suporte, conhecimento e cultura, conforme Webber et al. (2006) e Grey (2011). Para mais informações sobre esse eixo de investigação, ver o capítulo sobre Unidades de Paisagem Geossistêmicas.

A integração do grupo de geossistemas é a última, resultando nas Unidades de Paisagem Estruturantes finais (Fig. 06). O princípio é sempre o mesmo de Análise Combinatória, identificando as combinações de variáveis existentes e realizando ajustes de limites em função de barreiras naturais (serra, rios) ou administrativas (limites municipais).

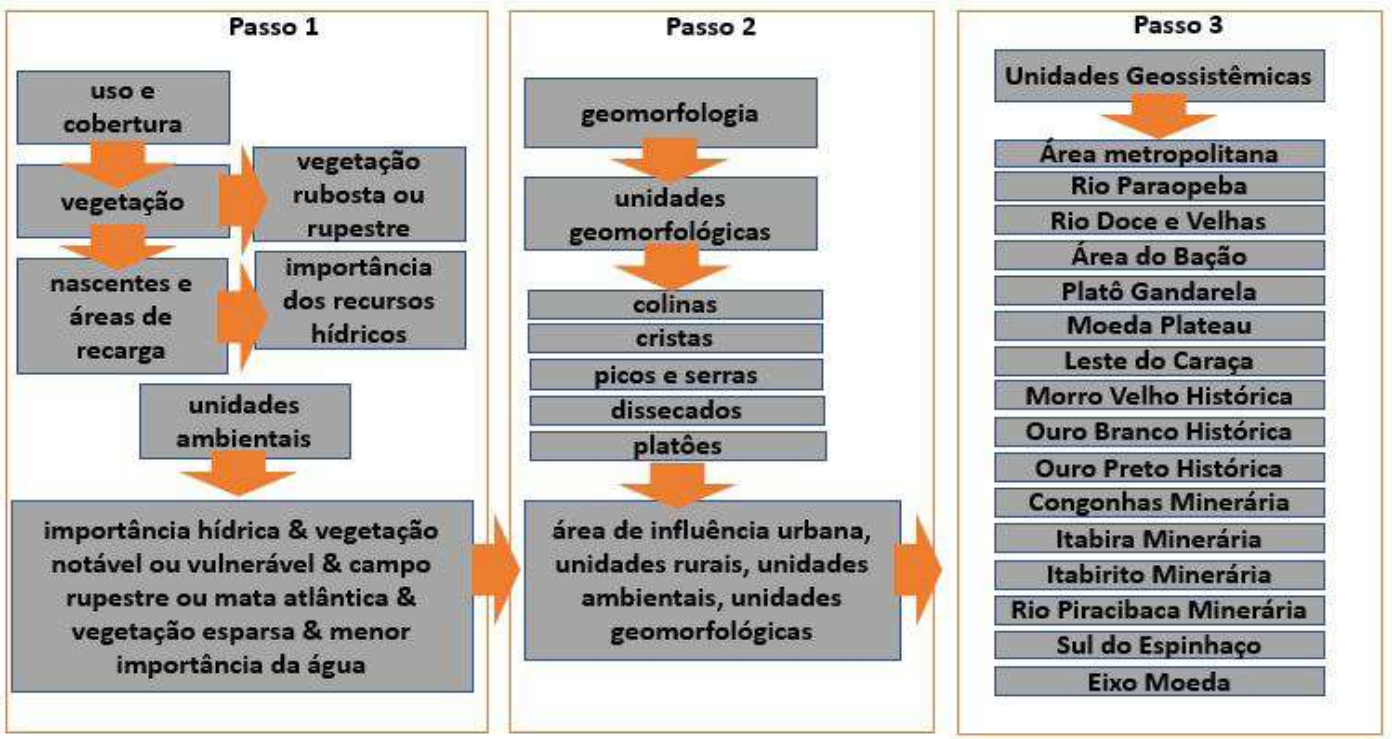


Fig. 06 – Composição das Unidade de Paisagem Ambientais, seguido de integração da Geomorfologia e seguido de integração com as Unidades de Paisagem Geossistêmicas. Fonte: os autores.

A geovisualização, princípio amplamente explorado na pesquisa em descrição, é um esforço para a representação de uma abstração da realidade, com o objetivo de simplificar um conjunto complexo de informações e colocar o foco em processos, em vez de fatos concretos (MCCORMICK et al., 1987; MACEACHREN, 2001, 2004). É a visualização do relativo, não do absoluto, pois o objetivo é facilitar a compreensão do projeto de intervenção paisagística, bem como o significado da intervenção de acordo com o seu contexto (MOURA, 2014).

Batty (2007), ao abordar o processo histórico da tecnologia geoespacial, define duas linhas principais de interesse sobre o assunto: "Identificamos dois impulsionadores principais, que são a mudança para a visualização que domina nossa própria interação com o computador e o movimento para disseminar e compartilhar dados e ideias de software pela web". A geovisualização empregada neste estudo aborda os dois princípios defendidos pelo autor. Ela emprega o suporte de imagens capturadas por drone em perspectiva isométrica e apresenta representações analógicas (esboços) como interpretação das principais características das paisagens; somado a isto, realiza a produção e disponibilização de mapas em plataforma web, em WebGis. O processo metodológico segue a mencionada lógica de produção de dados, informações e conhecimento (Fig. 07, Fig. 08).

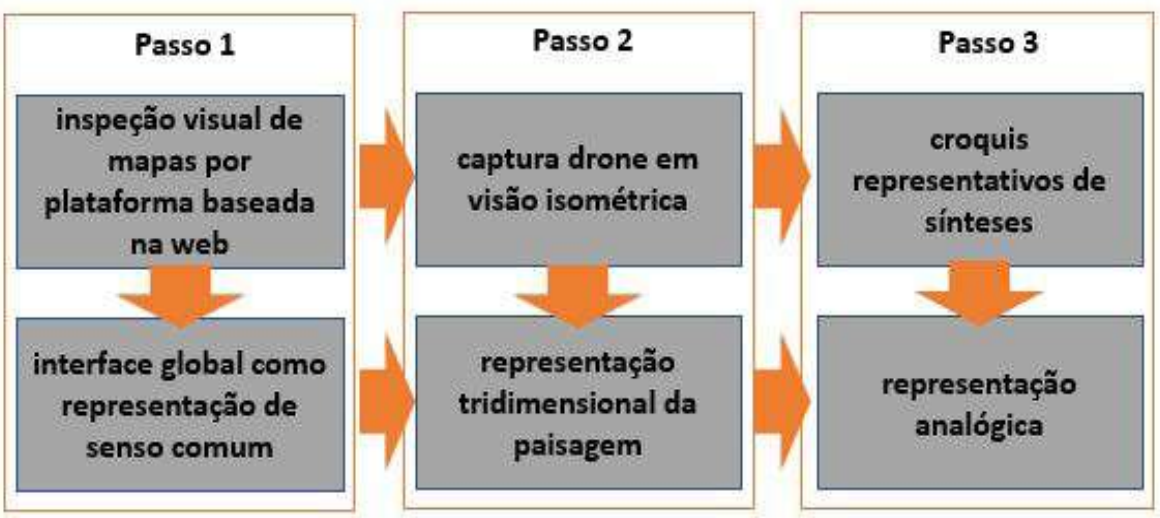


Fig. 07 – Recursos de geovisualização empregados. Fonte: os autores.

Fig. 08 – Exemplos de croquis analógicos e representações isométricas por captura drone. Fonte: os autores.

Segundo Moura (2003) a visualização em projeção de topo, cartográficas, ou em visão zenital, favorece a interpretação sintética, pois os elementos são colocados lado a lado e a representação visa identificar os elementos e suas distribuições. A visão azimutal é imersiva, ocorrendo na altura e de acordo com a visão do observador; e é analítica porque é composta pela soma das visões que, em um processo síncrono, somam as informações de forma imersiva. Por outro lado, a visualização isométrica, em perspectiva oblíqua, coloca a paisagem como um objeto em seu todo, sem induzir a racionalidade do azimutal nem o efeito sensorial do zenital, mas funciona como motivo de observação e interpretação (Fig. 09).

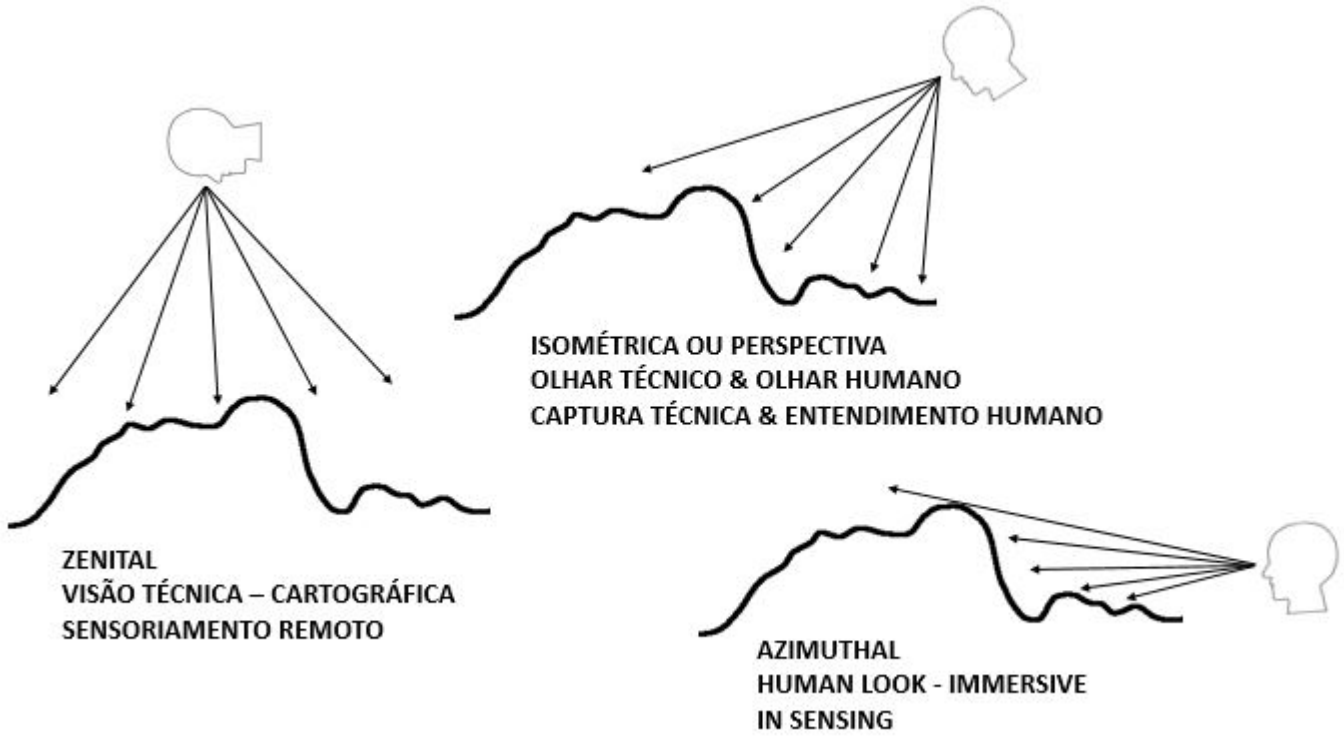


Fig. 09 - Representações zenital, azimutal e isométrica da geovisualização; Fonte: os autores.

Magalhães e Moura (2020) apresentam estudos comparativos sobre o alcance de diferentes representações usando imagens obtidas por drones. Pelas razões elencadas acima, a representação usando croquis e imagens de drones, ambas em perspectiva isométrica, foram escolhidas para os propósitos deste trabalho.

A metodologia se baseia nas etapas de definição das Unidades de Paisagem, que é o foco deste estudo. Para as escolhas compartilhadas, por codesign baseado em geocolaboração, foram realizadas oficinas de tomada de decisão, com amplo uso de recursos de geovisualização. A partir da integração das unidades de paisagem urbana, rural, ambiental, geomorfológica e geossistêmica, foram definidas as Unidades de Paisagem Estruturantes. Definidas essas unidades estruturantes, foram realizadas oficinas de Geodesign para propor os primeiros passos do Plano Diretor da Paisagem.

Desenvolvimento – integração de tipologias Unidades de Paisagem e criação de propostas para as Parcelas

Todo o processo de criação das Unidades de Paisagem exigiu uma ampla caracterização da área, composta por mapas iniciais, mapas analíticos de integração de variáveis para identificar as características predominantes, e o tema principal deste capítulo: as Unidades de Paisagem, separadas em Urbano, Rural, Ambiental e Geossistêmicas. As integrações deram origem a 109 subunidades, sob a forma de parcelas, que foram integradas em 20 Unidades Estruturantes de Paisagem. As 109 subunidades se caracterizam como "Âmbitos de Paisagem", ao passo que as 20 unidades se caracterizam como "Unidades Estruturantes de Paisagem". A lógica foi decompor, compor, recompor, sendo o método principal a Análise Combinatória, com o apoio da Geovisualização.

As Unidades de Paisagem resultam da integração de condições naturais e antrópicas existentes, quando se identificam áreas homogêneas com predomínio de um conjunto de variáveis com condições semelhantes. Elas já são uma base para se pensar o zoneamento e se construir uma caracterização com vistas a identificar potencialidades, vulnerabilidades, condições especiais. Contudo, mesmo dentro destas unidades estruturantes, há variantes internas, que devem ser consideradas do ponto de vista do planejamento estratégico, e elas se compõem como Âmbitos de Paisagem. Os recortes em âmbito consideram as dinâmicas específica atuantes para os quais se pode traçar tendências de políticas e ações de gestão, considerando tendências socioeconômicas, com vistas ao futuro. Enquanto as Unidades têm um caráter mais permanente, pois resultam de composições de variáveis mais generalizadas, o Âmbito tem um caráter mais dinâmico, pois são as condições especificas em cada porção interna das Unidades, que irão exigir especificidades no seu trato.

A Análise Combinatória foi utilizada como recurso de geoprocessamento para identificar possíveis arranjos de feições na área. É um processo bem conhecido dos usuários de análise espacial, mas não menos importante por isso. Baseia-se na definição dos componentes da legenda de cada mapa, qualitativamente, por categorias. Em seguida, é criada uma matriz de possíveis combinações, que também são categorizadas de acordo com uma descrição dos arranjos encontrados, identificando as principais características de interesse (Moura, 2020). Após as combinações, as Unidades de Paisagem são elaboradas por categorias (rural, urbana, ambiental e geossistêmica). Em seguida, a equipe envolvida no projeto realizou reuniões de trabalho, com amplo suporte de geovisualização, para ajustar coletivamente os limites dos polígonos resultantes em cada etapa, com vistas a respeitar referências geográficas e limites administrativos. O grupo foi composto por 9 profissionais de diferentes áreas de formação, mas todos com conhecimento em análise espacial e

no Quadrilátero Ferrífero.

Para produzir as Unidades de Paisagem de acordo com os eixos de análise, partiu-se dos estudos urbanos, conforme explicado na metodologia. A integração das variáveis de volumetria, morfologia urbana e padrão histórico gerou um mapa de Unidades de Paisagens Urbanas (Fig. 10).

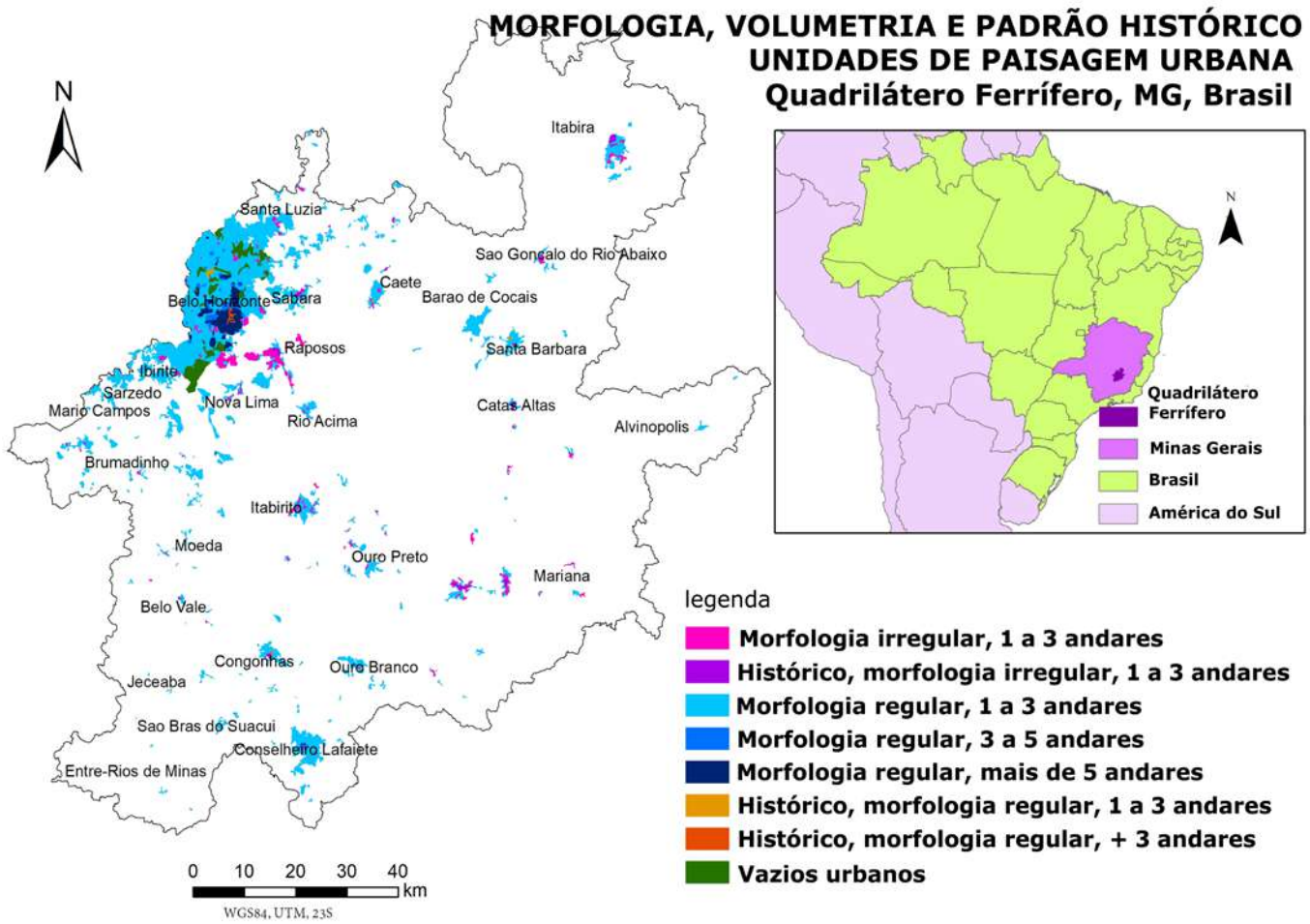


Fig. 10 – Unidades de Paisagem Urbana nas manchas urbanas. Fonte: os autores.

Na sequência, foi de interesse identificar as áreas de influência de cada unidade, em função do caráter regional do estudo. Foram consideradas as referências geográficas (relevo e hidrografia) e a acessibilidade viária que gera conexões (estradas). Foram considerados mapas de distribuição viária, um mapa com os limites municipais e foi elaborado um DTM (Digital Terrain Modeling) da área utilizando imagens Alos Palsar DEM para identificar os principais rios e serras. A combinação dessas informações geográficas e administrativas resultou na identificação de seis áreas de influência territorial (Fig. 11). Mais informações podem ser lidas no capítulo específico sobre o tema.

Fig. 11 – Identificação de áreas de influência de Unidades de Paisagem Urbanas. Fonte: os autores.

Para a classificação das Unidade de Paisagem Rurais também foram utilizados dados geográficos de relevo e hidrografia, bem como dados de cobertura do solo para identificar os tipos de vegetação e a presença de campos agrícolas. A partir dos dados registrados dos ambientes rurais contidos no CAR (Cadastro Ambiental Rural), foram classificados os sistemas agrícolas e os tipos de atividade econômica predominantes. A composição das variáveis gerou as Unidades de Paisagem Rural. Mais informações podem ser lidas no capítulo específico sobre o tema. O mencionado mapa que foi então combinado com as Unidades de Paisagem Urbana segundo Áreas de Influência. O processo foi de Análise Combinatória e de ajuste de linhas de polígonos para se chegar a um único mapa. (Fig. 12).

A abordagem ambiental, das Unidades de Paisagem Ambiental, considerou os tipos de vegetação, classificadas segundo a robustez e vulnerabilidade, as condições dos recursos hídricos de acordo com a concentração de cabeceiras e áreas de recarga de aquíferos e considerando as tipologias geomorfológicas. A partir da combinação de variáveis foram construídas as Unidades de Paisagem Ambiental. Mais informações podem ser lidas no capítulo específico sobre o tema. (Fig. 13). Na sequência, foi integrado o mapa de Unidades Geomorfológicas do IBGE. (Fig. 14).

Finalmente, é feita a última integração que considera os geossistemas e identifica porções espaciais onde existem condições semelhantes de cultura, conhecimento, provisão, regulação e suporte. São as Unidades de Paisagem Geossistêmicas. Mais informações podem ser lidas no capítulo específico sobre o tema. (Fig. 15).

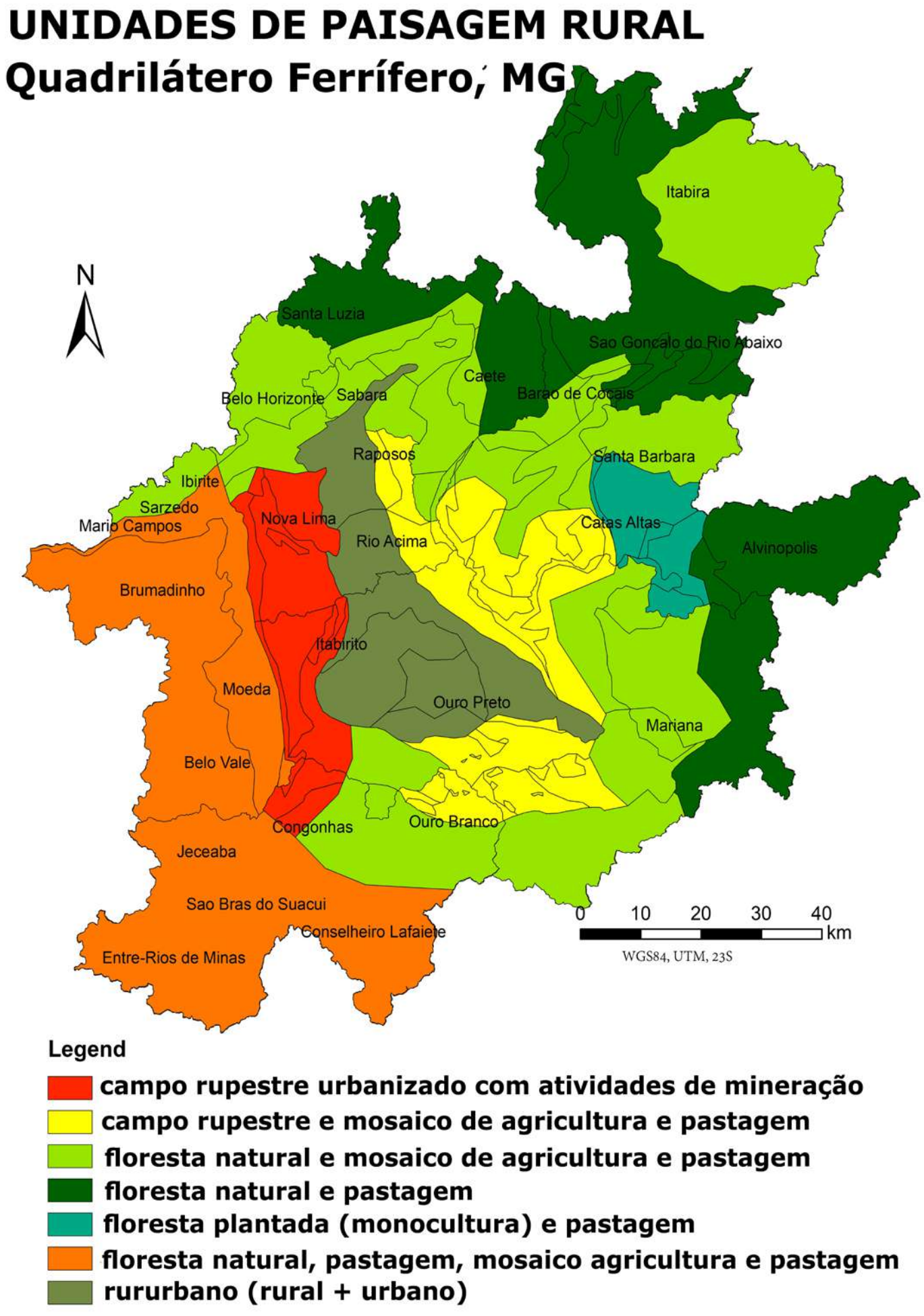


Fig. 12 – Unidades de Paisagem Rural. Fonte: os autores.

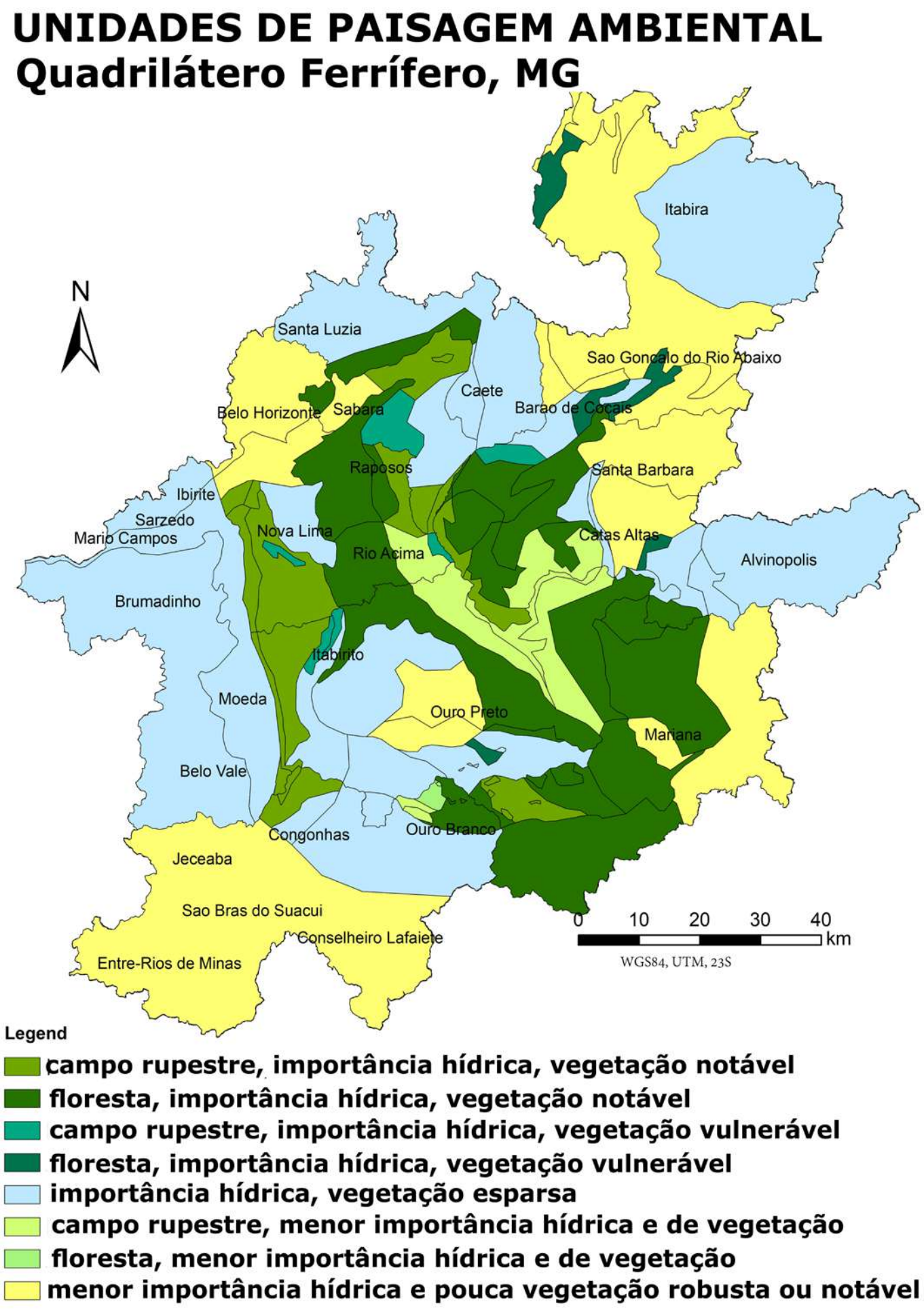


Fig. 13 – Unidades de Paisagem Ambiental. Fonte: os autores.

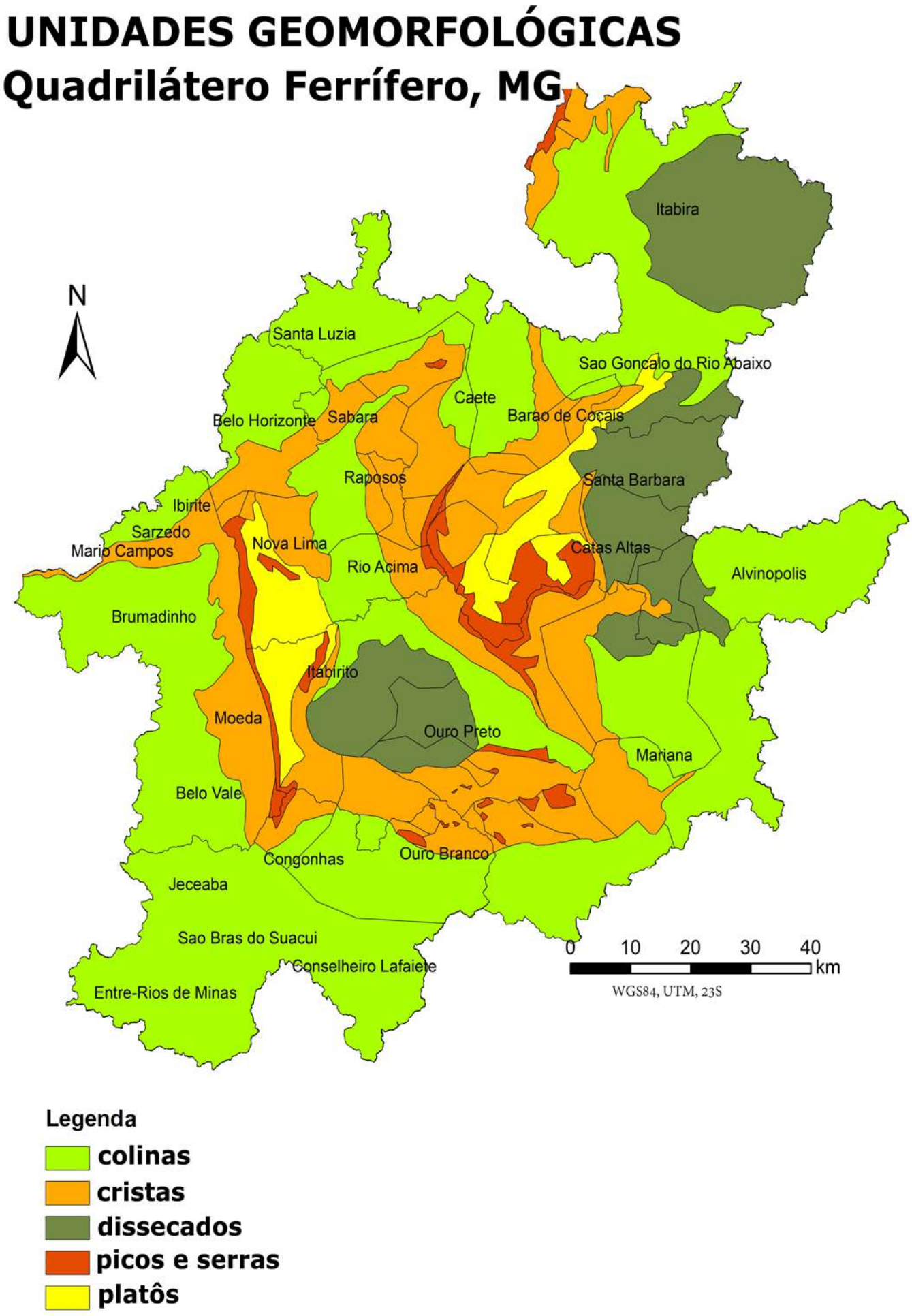


Fig. 14 – Unidades geomorfológicas. Fonte: os autores, trabalhado a partir de dados do IBGE.

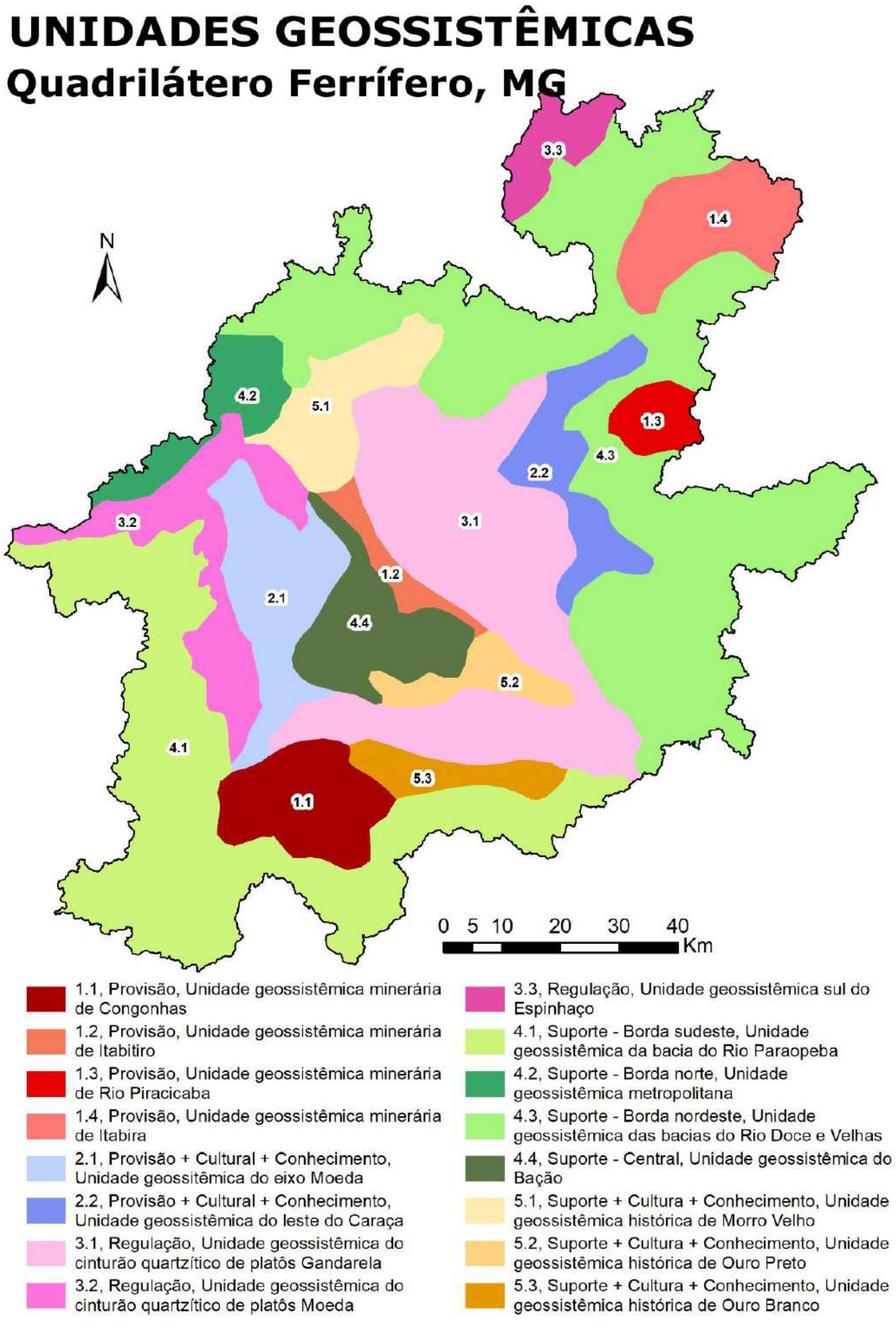


Fig. 15 – Unidades de Paisagem Geossistêmicas. Fonte: os autores.

Uma vez definidas as unidades de paisagem de acordo com cada eixo, e analisadas as suas características essenciais, foi agendada uma reunião com todos os colaboradores para cocriar a síntese das "Unidades de Paisagem Estruturantes". Os resultados foram uma classificação espacial que combina todos os segmentos de análise. Isso foi alcançado pelo processo de decomposição, composição e recomposição das camadas, que possibilitou aos participantes propor as unidades estruturais finais, discutindo os polígonos para que eles fossem ajustados a elementos naturais e limites administrativos (Fig. 16).

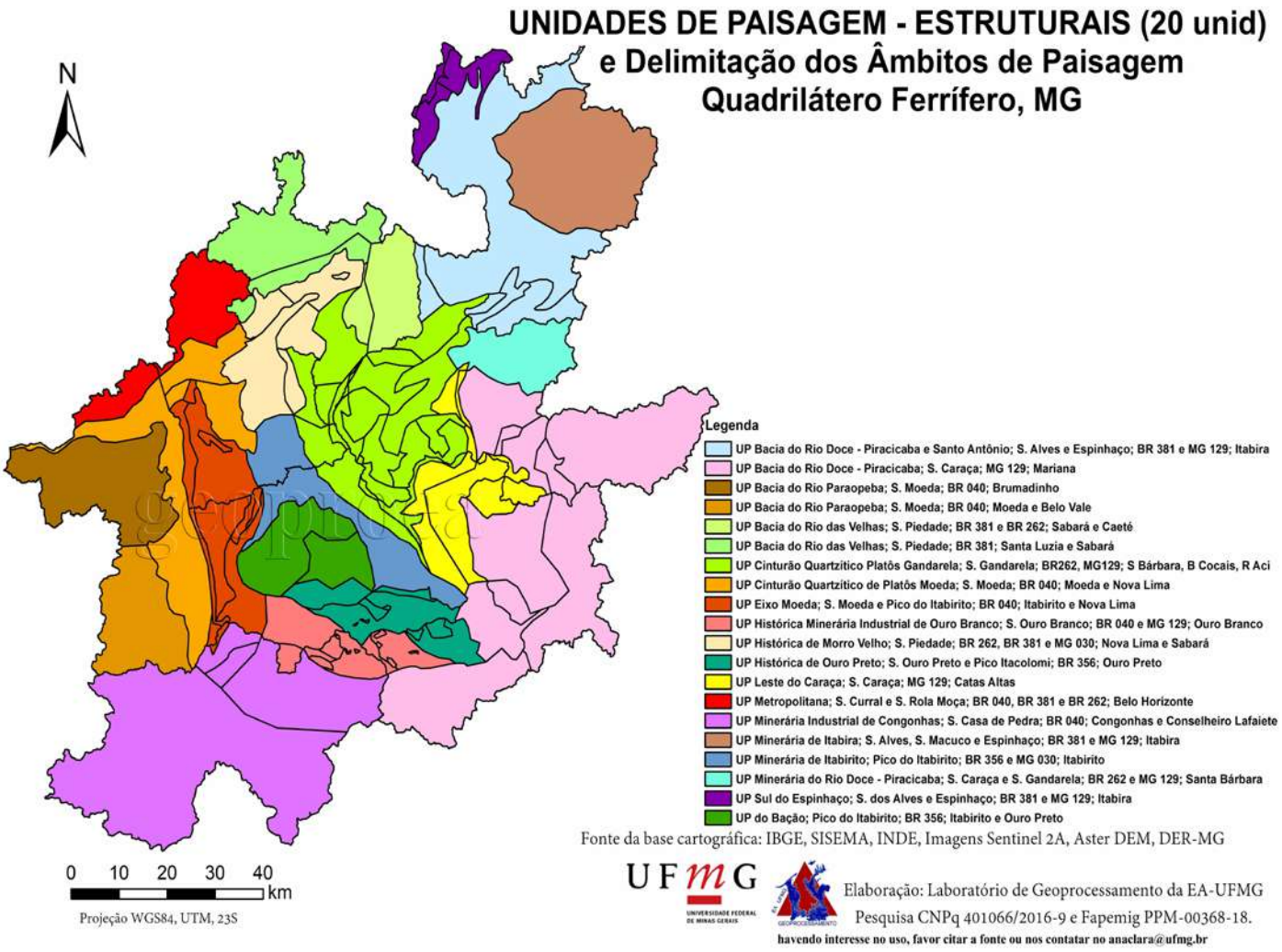


Fig. 16 – Unidades de Paisagem Estruturantes (síntese) e subdivisões em Âmbitos de Paisagem. Fonte: os autores.

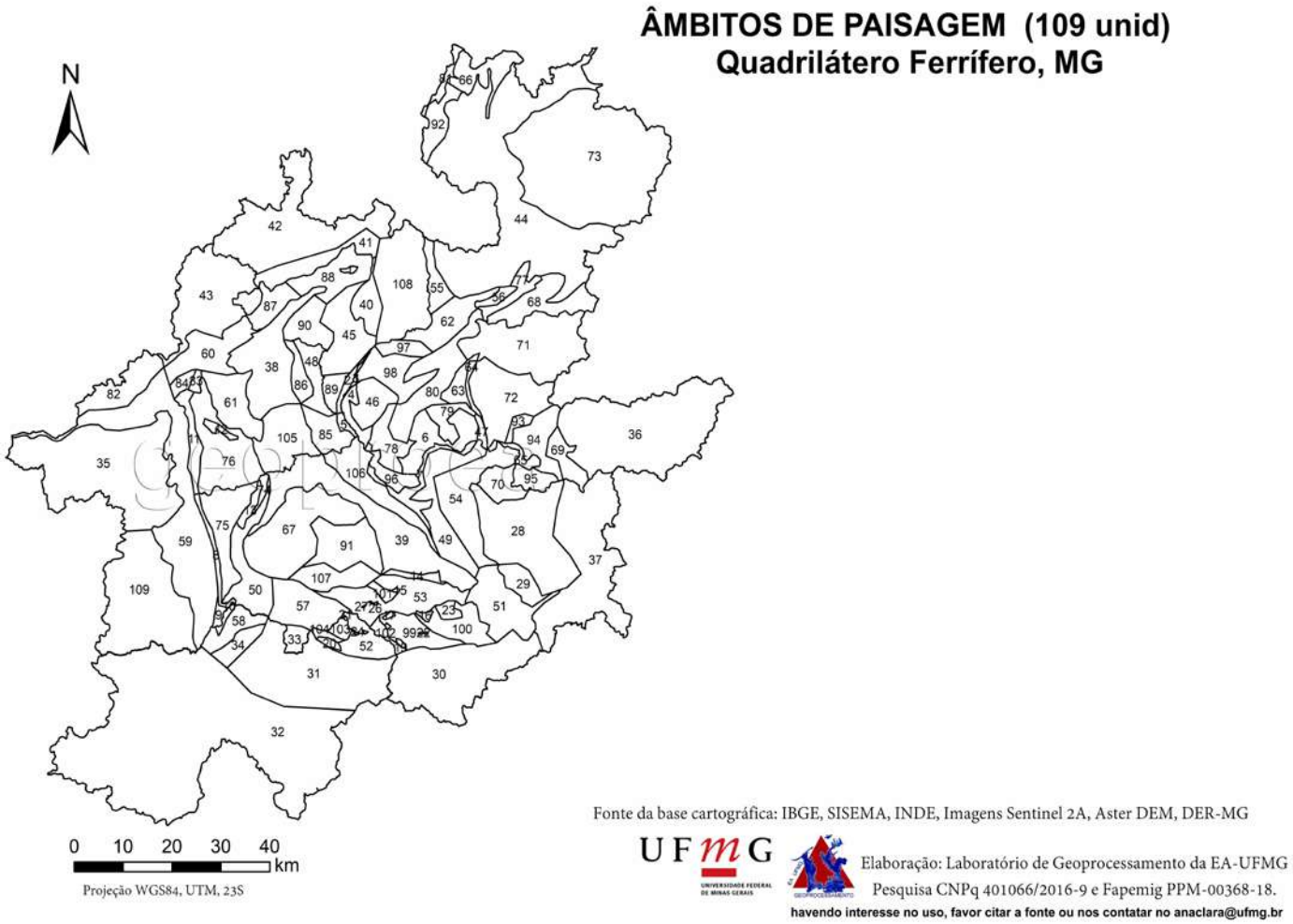


Fig. 17 – Âmbitos de Paisagem no conjunto de Unidades de Paisagem Estruturantes final. Fonte: os autores.

A Análise Combinatória identifica todas as possíveis ocorrências de combinações entre legendas. Como as UPs Urbanas eram compostas por legenda de 6 unidades, as UPs Rurais por 7 unidades, as UPs Ambientais por 8 unidades e as UPs Geossistêmicas por 16 unidades, existiam a possibilidade de arranjo final com 5376 resultados. Por isto mesmo, as integrações foram feitas par-a-par, com discussões de possíveis legendas de agrupamento entre as combinações observadas, baseadas em critérios qualitativos e identificação de categorias (Fig. 18). Além destes estudos de tipologias de agrupamento, foram feitos os ajustes de linhas delimitadoras dos polígonos em função de referências naturais ou administrativas. No final, após reuniões sistemáticas de ajuste, se chegou à composição de 109 parcelas em 20 grupos. Considerando as Unidades de Paisagem Urbana (A), Rural (B), Ambiental (X) e Geossistêmica (W), foram realizadas integrações de modo a produzir A+B = C, seguido de C+X =Y, seguido de Y+W = Final, sendo a síntese final, as Unidades de Paisagem Estruturantes.

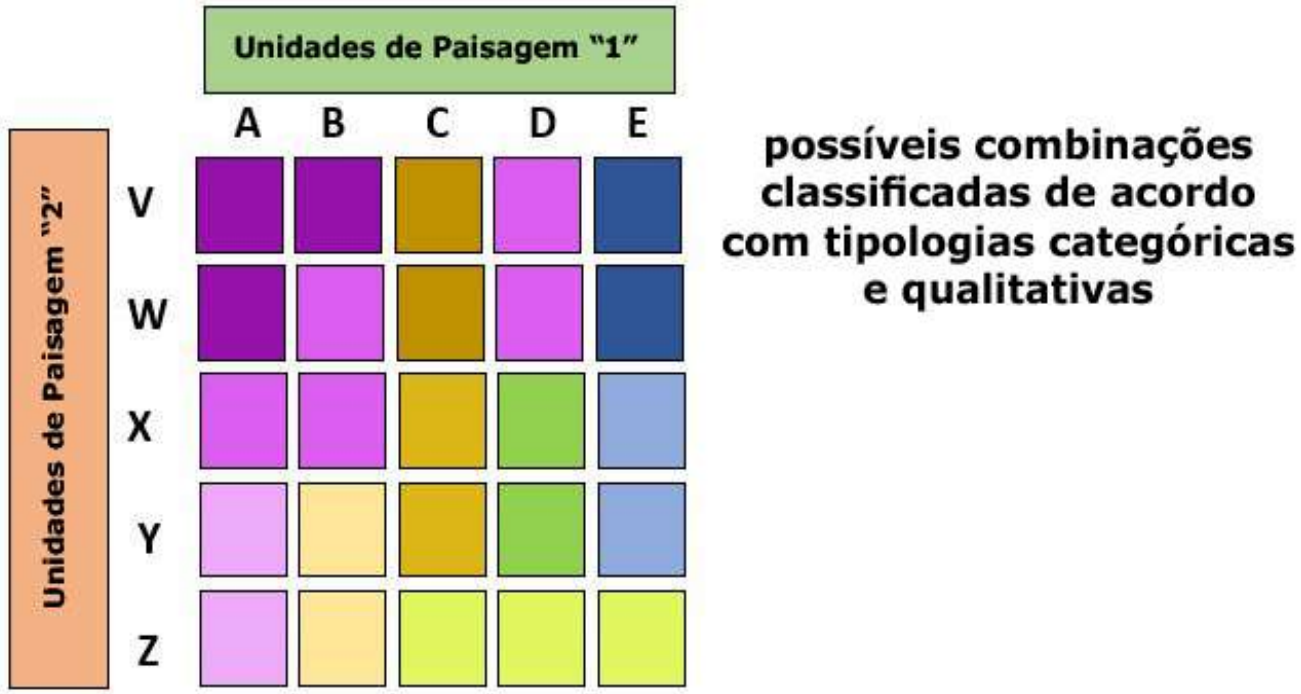


Fig. 18 – Lógica de integração por Análise Combinatória. Fonte: os autores.

Durante as discussões de integração por Análise Combinatória e ajustes de limites, os participantes utilizaram os recursos de geovisualização para tomarem as suas decisões: a coleção de mapas temáticos disponíveis na plataforma web do GISColab (plataforma web-based de Geodesign), e as chaves de classificação de cada tipologia organizadas através das imagens de captura drone e os croquis analógicos. Um catálogo das representações foi utilizado pelos participantes e está disponível na coleção de imagens da presente publicação (Fig. 19, Fig. 20, Fig. 21).

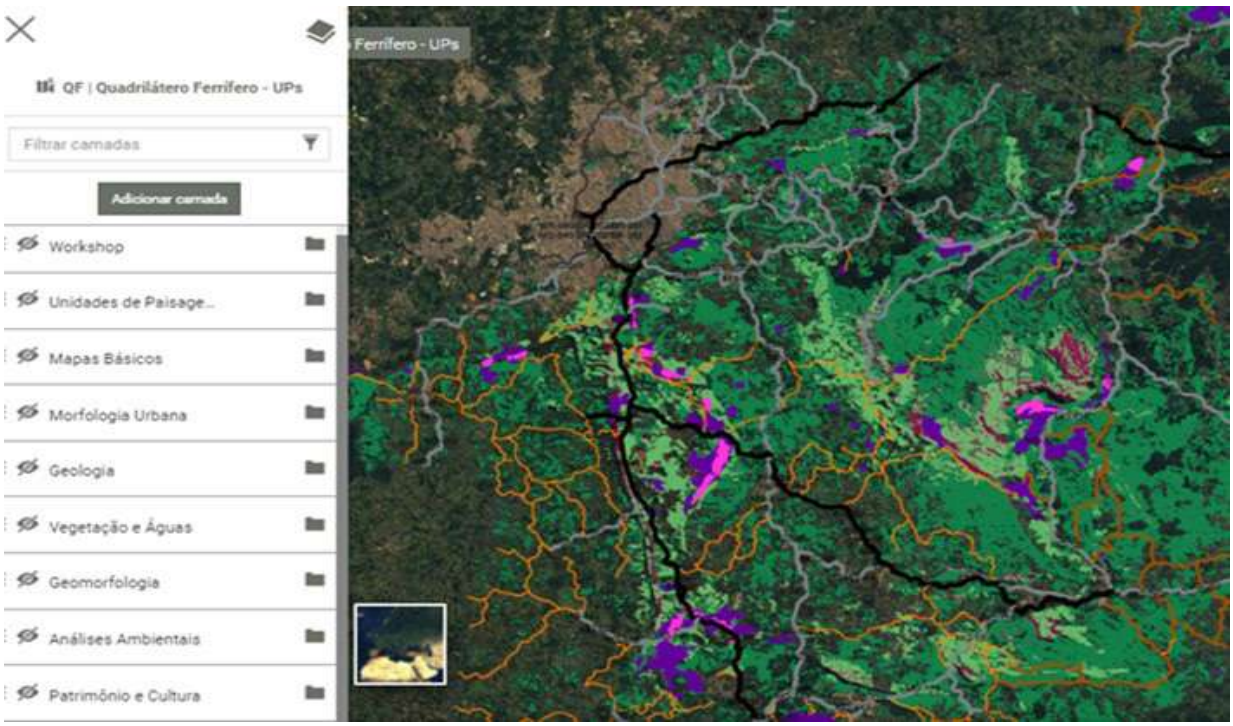


Fig. 19 – Coleção de mapas temáticos no WebMap/WebGis do GisColab. Fonte: os autores.

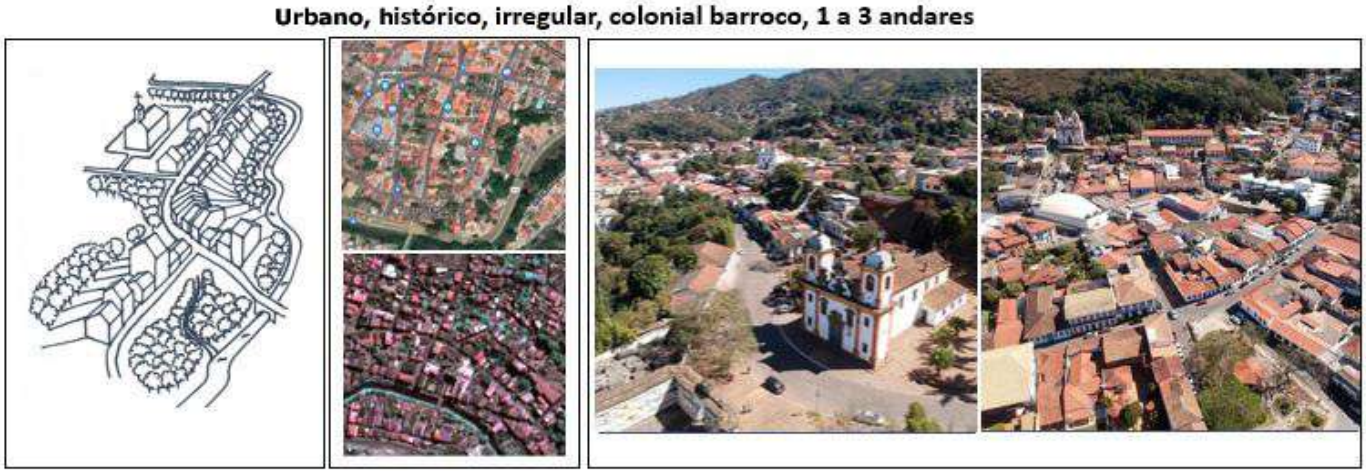


Fig. 20 – Exemplo de chave de classificação de paisagem urbana. Fonte: os autores.

Fig. 21 - Exemplo de chave de classificação de paisagem geomorfológica. Fonte: os autores.

Por fim, foi realizado um workshop de Geodesign para cocriar planos para o futuro das áreas, para propor, negociar e decidir os valores que precisam ser preservados. Também foram avaliadas as vulnerabilidades de cada unidade, considerando as fragilidades ambientais e os usos potenciais que podem ser desenvolvidos em cada unidade.

A plataforma brasileira de geodesign baseada na web (o GISColab) foi aplicada durante o processo de síntese espacial e de elaboração de propostas de uso e ocupação. Através da plataforma, os participantes puderam consultar todos os 65 mapas iniciais, os 28 mapas de síntese analítica, os mapas das 4 abordagens Unidades de Paisagem (urbana, rural, ambiental e geossistêmica), e o mapa final de Unidades de Paisagem Estruturantes apresentando também as subdivisões internas de Âmbitos de Paisagem.

Nesse mapa final, da junção dos 4 eixos de investigação, resultaram 109 parcelas, integradas em 20 Unidades de Paisagem. A partir das Unidades de Paisagem Estruturantes, os participantes propuseram e negociaram um plano geral para o uso e ocupação, registrando suas ideias em um link que se conectava a cada polígono das unidades e era respondido em um Google Formulário (Fig. 22, Fig. 23).

Clicando em cada UP (após realizar as consultas às informações disponíveis para a área), o participante é levado para o questionário onde responde às questões:

a) Indique usos futuros, sejam eles preservacionistas ou transformativos. *Resposta aberta.*
b) Gostaria de indicar usos diferenciados para setores da unidade? *Resposta Sim ou Não.*
c) Caso tenha respondido sim para a questão anterior, explique em qual sub setor e quais os usos. *Resposta aberta.*

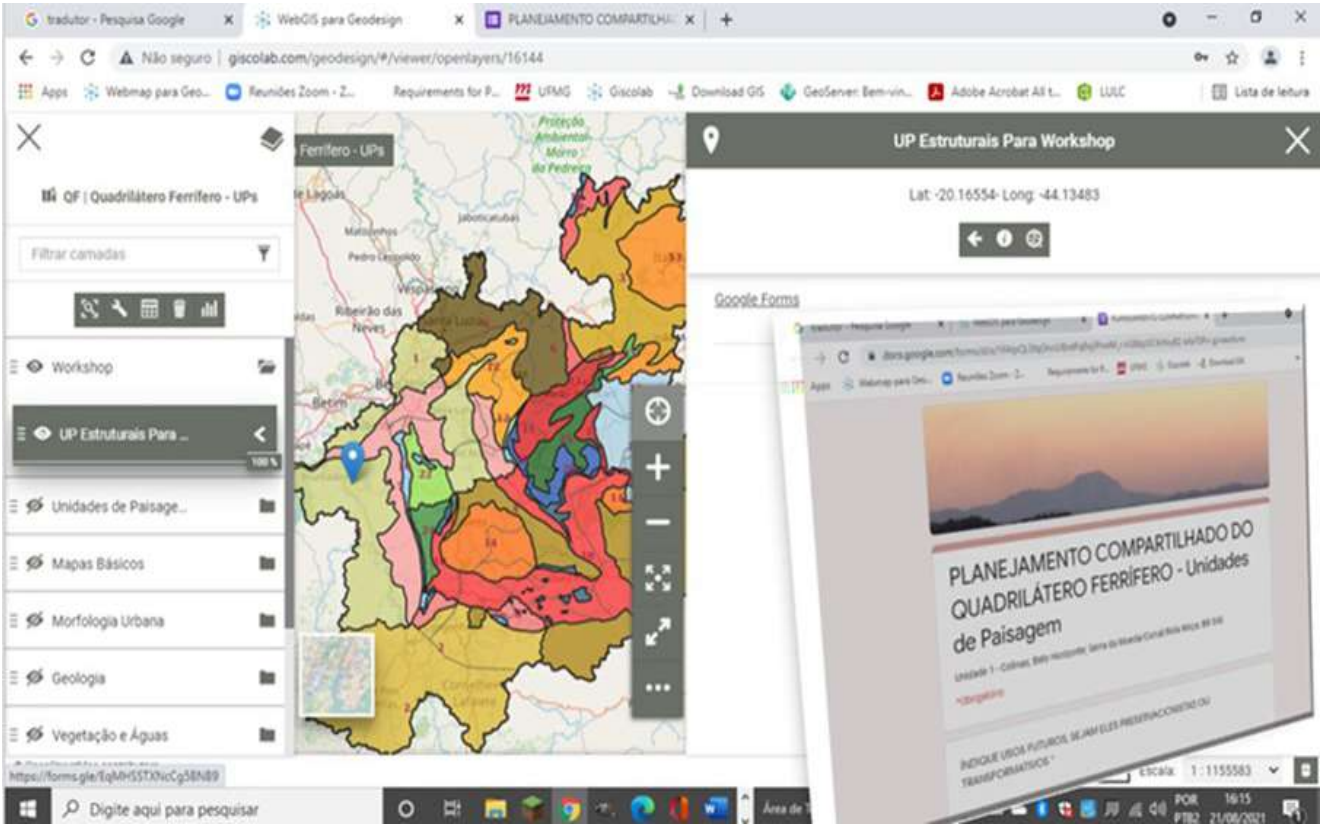


Fig. 22 - Geodesign no GISColab: a interface web para proposições e negociação usando links do Google Forms. Fonte: os autores.

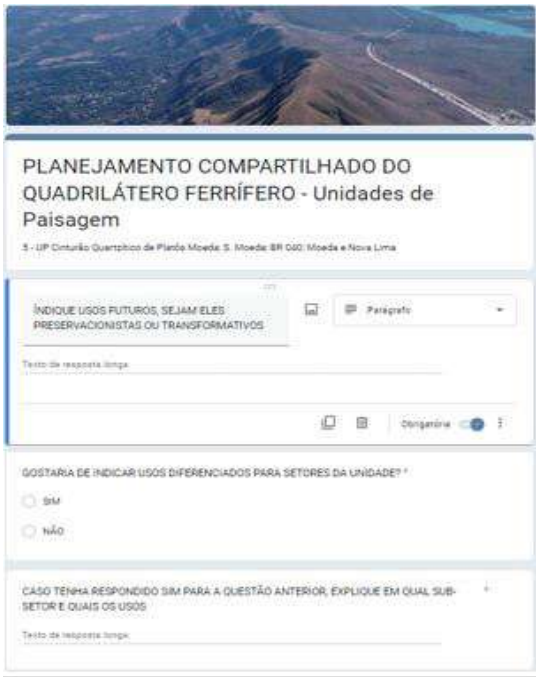


Fig. 23 – Exemplo de questionário para ser preenchido por Unidade de Paisagem. No exemplo, "UP 5 - UP Cinturão Quartzítico de Platôs Moeda; S. Moeda; BR 040; Moeda e Nova Lima". Fonte: os autores.

Uma vez respondidos os questionários por UP, as respostas foram associadas às posições dos polígonos no mapa de Unidades de Paisagem Estruturantes e organizadas na forma de Diálogos na Plataforma GISColab. Aos diálogos se seguiram os comentários também registrados por escrito na plataforma, e a votação.

As etapas do processo de indicação de ideias para as UPs foram assim compostas:

1) Criação de Ideias para cada polígono, com a possibilidade de realizar propostas para a Unidade e de detalhar especificidades para o Âmbito que jugassem de interesse (uma visão geral para a unidade, com ajustes de interesse específico para as parcelas menores de âmbito).
2) Negociação de ideias por debates e registro de comentários na forma de diálogos.
3) Ajustes de questionamentos e Votação das propostas.

Discussões e Conclusões

Vivemos em uma época em que o potencial da tecnologia geoespacial pode ser explorado em toda a sua extensão. De acordo com Peuquet e Marble (1990) essas tecnologias já passaram pelas etapas de uma "abordagem orientada a processos", uma "abordagem de aplicação" e uma "abordagem de caixa de ferramentas". Dando continuidade a essas etapas, alguns autores defendem que a contribuição contemporânea mais relevante é a "abordagem de visualização", pois privilegia a participação cidadã (MacEachren et al., 2004; Kingston, 2007; Abukhater e Walker, 2010; Andrienko et al., 2011; Pensa et al., 2013; Manovich, 2004; Ferreti et al., 2015). Moura (2015) e Steinitz (2012) defendem que o emprego de recursos de visualização para favorecer a participação de diferentes atores, o que significa investir em referenciais metodológicos que ajudem a evitar o labirinto de aplicações e possibilidades e sejam suportes na tomada de decisões.

As tecnologias de geoespaciais já são usadas em produção de informações (mapeamentos), em estudos diagnósticos e prognósticos de combinação de variáveis (modelos de análise espacial) e em estudos preditivos (construção de cenários). O Geodesign incorpora todos esses recursos no seu preparo e se destaca por ser uma etapa propositiva, de construção coletiva de ideias, com amplo emprego de possibilidades de visualização da informação espacial. O foco está em dar suporte à construção de opiniões e na tomada de decisões.

O Geodesign pode ser destacado como um sistema de planejamento geográfico, que se apoia em tecnologias geoespaciais, para planejar "com" e "para" a geografia, daí o termo Geodesign, "geo" + "design". Mas é principalmente um processo de cocriação usando geovisualização.

Esta pesquisa é uma contribuição metodológica para a criação de Unidades de Paisagem como base para o planejamento regional e territorial, que inclui paisagens urbanas e rurais, o aspecto ambiental e o geossistêmico. Apresenta boas práticas e conjuntos de critérios que se enquadram fortemente nos princípios conceituais adotados e podem ser reproduzidos em estudos de caso semelhantes. Nesse sentido, a pesquisa é uma contribuição para princípios de planejamento e gestão de uma paisagem de notável e de grande valor cultural, uma vez que o Quadrilátero Ferrífero está no cerne da formação da rede urbana brasileira desde os tempos coloniais e ainda é o coração do estado de Minas Gerais.

Como estudo de caso, é uma contribuição ao estudo de áreas caracterizadas por conflitos de interesse em relação a fatores ambientais, urbanos, culturais e econômicos, uma vez que essas quatro forças conflitantes coexistem em um mesmo território. Os conflitos resultam de expansão urbana, exploração mineral (que é a principal atividade econômica do estado), presença de valor ambiental em função de suas nascentes e vegetação notável, e pela malha urbana que remonta à época colonial. Um cenário tão complexo exigiu que a equipe de pesquisa levasse em consideração várias variáveis.

Este trabalho também deve ser tratado como uma contribuição para outros campos de estudo no Brasil, uma vez que o país ainda não começou a trabalhar devidamente com o conceito de Unidades de Paisagem e há consideráveis fragilidades e deficiências na forma como o planejamento regional é abordado atualmente. No país existem experiências e normativas de planejamento urbano e proteção ambiental, mas nenhuma no âmbito do Planejamento Paisagístico. É importante estimular o início de tais estudos, e esta pesquisa pode ser utilizada como referência metodológica para outras áreas do país, ou mesmo outros países que precisam incluir paisagem e unidades de paisagem em seu planejamento.

A lógica de decomposição, composição e recomposição, aplicada no método baseado na Análise Combinatória de mapas e com o apoio da geovisualização, é uma contribuição para outros estudos de caso brasileiros, mas também para quaisquer outros países em que o planejamento regional e o ordenamento paisagístico ainda são não faz parte de um regulamento formal.

As possíveis limitações podem ser tecnológicas e de acesso a dados cartográficos, pois os organizadores devem ter as competências básicas para manusear as ferramentas de informação geoespacial: conhecimento em geoprocessamento para produção de mapas de análise espacial, capacidade em realizar captura de imagens de drones em perspectiva isométrica, organização uma coleção de mapas num WebGis para compartilhar com os participantes, promover workshops para cocriação das unidades de paisagem de acordo com os eixos principais de estudos, e utilização de uma plataforma baseada na web para um workshop de Geodesign

para construção compartilhada de as propostas de futuros alternativos para as áreas.

A inclusão do conceito de paisagem e investimentos em geovisualização são medidas que dão suporte às atividades de planejamento compartilhado. Ao reconhecer a paisagem como elo entre cultura e território, os habitantes locais são estimulados a participarem das discussões sobre o futuro da área. A geovisualização, realizada de forma perspicaz e justificada, fornece suporte para a formação de opinião e tomada de decisão. Uma vez identificadas as Unidades de Paisagem como base para o planejamento e gestão, as etapas seguintes incluem a criação do Plano Diretor de Paisagem, utilizando a lógica do planejamento estratégico com unidades e âmbitos de paisagem.

A decomposição, composição e recomposição das principais variáveis em métodos de Análise Combinatória, com o apoio da geovisualização, totalizou 20 Unidades Estruturais de Paisagem. São a recomposição de 109 unidades que resultaram dos 4 eixos de análise. Chegar a 20 unidades estruturantes é uma recomposição bastante eficaz para uma região de cerca de 150 por 150 quilômetros, em uma área total de 11676 km^2, incluindo uma área urbana de 789 km^2. Isso resulta em uma média de 107 km2 por parcela de paisagem (âmbito) e 584 km2 por unidade de paisagem, embora seja necessário notar que variam muito em tamanho, de 1194 km2 a 11636 km2, devido à heterogeneidade e contiguidade dos arranjos espaciais.

As proposições colocadas como ideias para as áreas foram elaboradas por um grupo de 9 especialistas. Contudo, para que a decisão não seja puramente técnica, os próximos passos devem envolver testes com audiências cidadãs para a etapa de proposição, realizando ações cocriativas com base na lógica do geodesign (desenhar “para” e “com” o território). A escuta cidadã pode avaliar, ajustar e votar as propostas colocadas. Ressalta-se, no entanto, que a principal contribuição do artigo é a apresentação de um roteiro de trabalho para a cocriação de Unidades de Paisagem por meio de um processo de geocolaboração, com recursos de geovisualização. Isso é inédito no Brasil.

Como contribuição ao estado da arte, destaca-se o modo de trabalho baseado na interoperabilidade entre os participantes e na interoperabilidade dos recursos tecnológicos empregados. Destaca-se também a replicabilidade dos processos executados, que apresentam critérios defensáveis e reprodutíveis. Estudos anteriores utilizaram os recursos de Análise Combinatória, ou Geovisualização, ou Geodesign, mas a novidade está na interoperabilidade de todos esses processos em uma única plataforma. Interoperabilidade significa usar código compartilhado que favoreça os diálogos: entre máquinas (aplicativos digitais) e entre pessoas (uma linguagem comum, permitida pela geovisualização).

Como contribuição para futuros estudos sobre a área do Quadrilátero Ferrífero, o estudo organizou uma coleção de mapas iniciais das mais diversas temáticas sobre o local, mapas analíticos integrando variáveis e mapas combinatórios sobre unidades de paisagem. Apresentou também uma proposição final, como Plano Diretor de Paisagem, em que são consideradas as principais características das zonas e resulta em proposições sobre vulnerabilidades e potencialidades, propostas de usos futuros como planejamento estratégico. O material está contido na presente publicação e disponível no site do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG.

A administração pública precisa desenvolver planos de caracterização dos valores e condições locais, bem como a identificação de potencialidades e restrições de usos, para que o Estado não se surpreenda com a falta de dados e informações diante de desastres ou grandes transformações territoriais. Foi o caso de dois desastres ocorridos na área do Quadrilátero Ferrífero, entre os anos de 2015 e 2019, que resultaram na morte de cerca de 300 pessoas e profundas alterações na sua paisagem. Diante dessas tragédias, faltavam representações que retratassem as principais características da área e que identificassem os fatores invariáveis que deveriam ser preservados como parte da essência daquele local. Ressalta-se, sobretudo, que no Brasil o princípio da Unidade de Paisagem e o Ordenamento Paisagístico ainda não estão legalmente implementados, e é aí que reside a principal contribuição do trabalho.

Referências Bibliográficas

ABUKHATER, Ahmed; WALKER, Doug. Making Smart Growth Smarter with GeoDesign. In. Changing Geography by design: selected readings in geodesign. ESRI, Redlands-CA, 2010.

ANDRIENKO, Gennady; ANDRIENKO, Natalia; KEIM, Daniel; MACEACHREN, Alan M.; WROBEL, Stefen. Challenging problems of geospatial visual analytics. Journal of Visual Languages and Computing. 22(4): 251-256, 2011.

AZEVEDO, Úrsula. R.; MACHADO, Maria Márcia; CASTRO, P.; RENGER, F.; TREVISOL, A.; BEATO, D. Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG): proposta. In: SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (Org.), Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, p. 185-220, 2012.

BATTY, Michael. Planning Support Systems: Progress, Predictions, and Speculations on the Shape of Things to Come. UCL Centre For Advanced Spatial Analysis. Working Papers Series. Paper 122, set. p. 1-25, 2007.

BERTALANFFY, Ludwig. General System Theory. New York: G. Braziller, 289 p, 1968.

CHORLEY, Richard; HAGGETT, Peter. Models in Geography. London: Methuen, 816 p, 1967.

DANGERMOND, Jack. GIS: Designing our future. ArcNews, Summer, 2009.

DORR II, J. V. N. Physiographic, stratigraphic and structural development of Quadrilátero Ferrifero, Minas Gerais, Brazil. U.S. Geological Survey Professional Paper, v.641A, p.1-110, 1969.

ERVIN, Stephen. A system for Geodesign. Keynote. Abstract. pp. 158-167, 2011.

FERRETI, Valeria; MONDINI, Giulio; BOTTERO, Marta C. How to support strategic decisions in territorial transformation processes. International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems. IGI Global. 6 (4): 40-50, 2015.

FLAXMAN, Michael. Geodesign: Fundamental Principles and Routes Forward. Talk at GeoDesign Summit, 2010. Disponível em: https://www.esri.com/videos/watch?videoid=elk067YU2s8. Access in 17/1/2019

GRAY, Murray. Other nature: Geodiversity and geosystem services. Environmental Conservation, 38 (3): 271–274, 2011.

IBRAM 2009. Disponível em: < http://www.ibram.org.br/, accesed in 17/01/2019

KINGSTON, Richard. Public participation in local policy decision-making: the role of web-based mapping. The Cartographic Journal, 44(2): 138-144, 2007.
MACEACHREN, Alan M. An evolving cognitive-semiotic approach to geographic visualization and knowledge construction. Information Design Journal, 10 (1): 26-36, 2001.
MACEACHREN, Alan M., GAHEGAN, Mark, PIKE, William, BREWER, Isaac, LENGERICH, Eugene, HARDISTRY, Frank. Geovisualization for knowledge construction and decision-support. Computer Graphics & Applications, n. 24(1):13-17, 2004.
MAGALHÃES, Danilo M.; MOURA, Ana Clara M. Aerial Images and Three-Dimensional Models Generated by RPA to Support Geovisualization in Geodesign Workshops. Lecture Notes in Computer Science. Springer International Publishing, 12252: 296-309, 2020.
MANOVICH, Lev. Visualização de dados como uma nova abstração e anti-sublime. In: LEÃO, L. (Org.). Derivas: cartografias do ciberespaço. Annablume, São Paulo, 2004.
MCCORMICK, Bruce H.; DE FANTI, Thomas A.; BROWN, Maxine D. Visualization in Scientific Computing. Computer Graphics, 21 (6):1-21, 1987.
MCHARG, Ian. Design with nature. New York, US: American Museum of Natural History, 197 p, 1969.
MILLER, William R. Introducing Geodesign: the concept. Esri Press, Redlands, 2012.
MOURA, Ana Clara M. Escolhas Conscientes em Tecnologias de Geoinformação para Representação, Análise, Simulação e Proposição para um Território: Suporte ao Geodesign. In.: SUTIL, T., PEREIRA, J. R.; LADWIG, N. I.; ZOCCH, J. J.; PEREIRA, J. L. Geoprocessamento na análise ambiental. Criciúma (SC): Unesc. p. 11-68, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.18616/geop01
MOURA, Ana Clara M. Geodesign in Parametric Modeling of urban landscape. Cartography and Geographic Information Science, 42 (4): 323-332, 2015.
MOURA, Ana Clara M. Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano. Ed da autora, 2003.
MOURA, Ana Clara M. Modelagem Paramétrica da Ocupação Urbana – do planejamento urbano autoral à decodificação de valores coletivos, de valores absolutos a relativos. In: Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2014.
MOURA, Ana Clara M.; FREITAS, Christian R. Brazilian Geodesign Platform: WebGis & SDI & Geodesign as Co-creation and Geo-Collaboration. Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: Springer International Publishing, 2020, v. 12252, p. 332-348. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58811-3_24
NORBERG-SCHULZ, Christian. Genius loci: Towards a phenomenology of architecture. Londres, Academy Editions, 1980.
PENSA, Stefano.; MASALA, Elena; MARINA, Ognen. E se la forma seguisse la funzione? L'esplorazione della desiderabilità nella città di Skopje. Disegnarecon, Università Degli Studio di Bologna, 11, April, 2013.
PEUQUET, Donna; MARBLE, Duane. Introductory readings in Geographic Information Systems. London: Taylor & Francis, 1990.
ROCHA, Nicole A.; MOURA, Ana Clara M.; CASAGRANDE, Pedro. Análise Combinatória e Pesos de Evidência na produção de Análise de Multicritérios em modelos de avaliação. GeoSIG (Revista Geografía y Sistemas de Información Geográfica). Luján, 10 (I): 49-74, 2018.
STEINITZ, Carl. A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design. ESRI Press, Redlands, 2012.
WEBBER, Michelle, CHRISTIE, Mike, GLASSER, Neil. The social and economic value of the UK's geodiversity. Research Report 709, English Nature, Peterborough, UK, 2006.

CAPÍTULO 12
MATERIAL GRÁFICO DA PESQUISA

Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da paisagem para a região do “Quadrilátero Ferrífero”

Ana Clara Mourão Moura

Alfio Conti

Ítalo Sousa de Sena

Danilo Marques Magalhães

Nicole Andrade da Rocha

Camila Fernandes de Morais

Tiago Augusto Gonçalves de Mello

Gustavo Adolfo Tinoco Martinez

Resumo

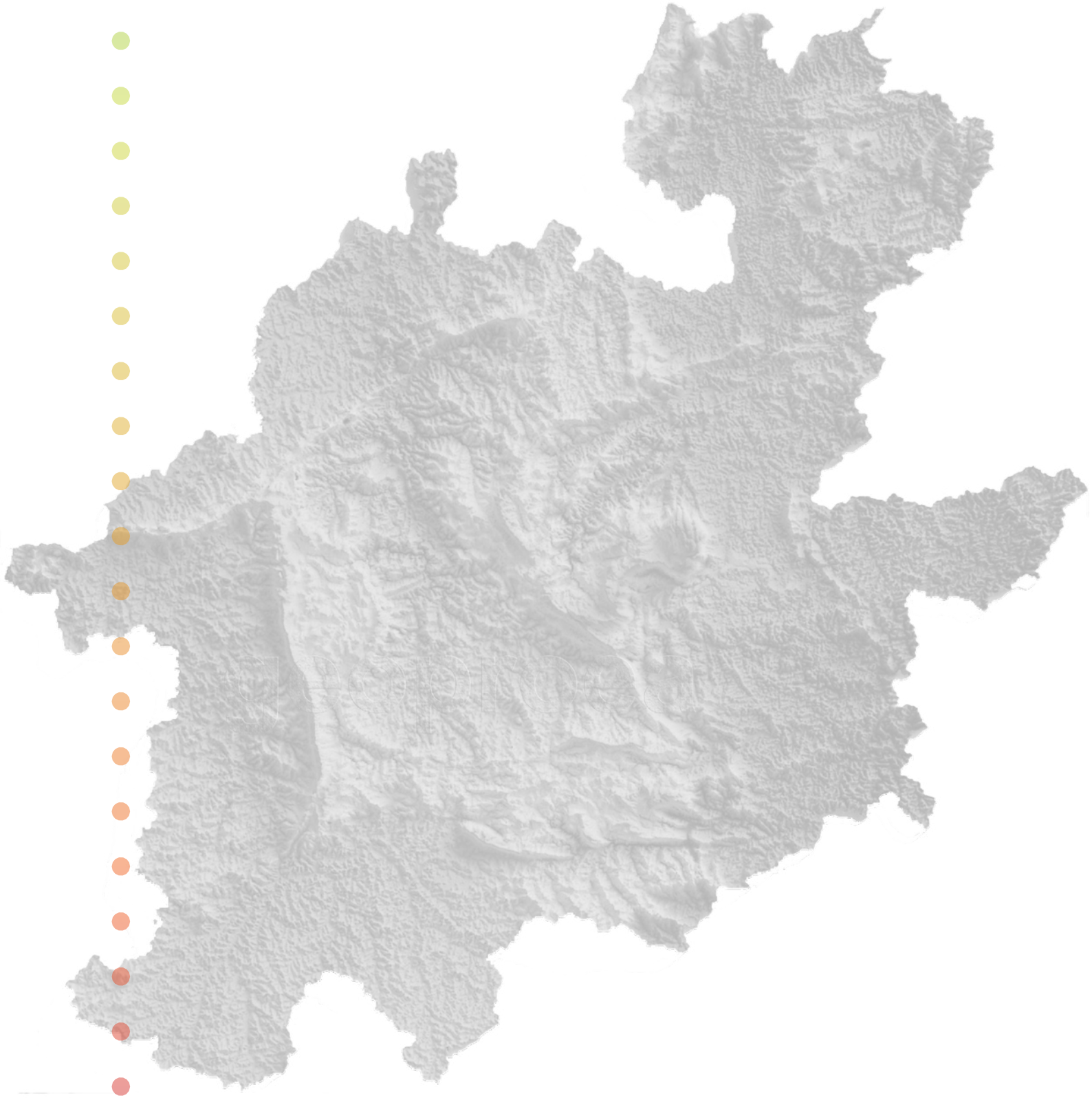
Ao longo do desenvolvimento da pesquisa muito material foi produzido, a partir de dados georreferenciados, baseado em geovisualização da informação territorial. Para qualquer etapa de caracterização, análise, simulação e proposição foram fundamentais a produção de mapas, a captura de imagens drones e a produção de plataformas de suporte para o compartilhamento das decisões.

Os autores decidiram por compartilharem amostras desta ampla coleção de informações georreferenciadas e tratadas para geovisualização, pois entenderam o valor que elas podem ter para outros pesquisadores e para os cidadãos que têm interesse no Quadrilátero Ferrífero.

O material gráfico da obra pode ser usado por terceiros, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

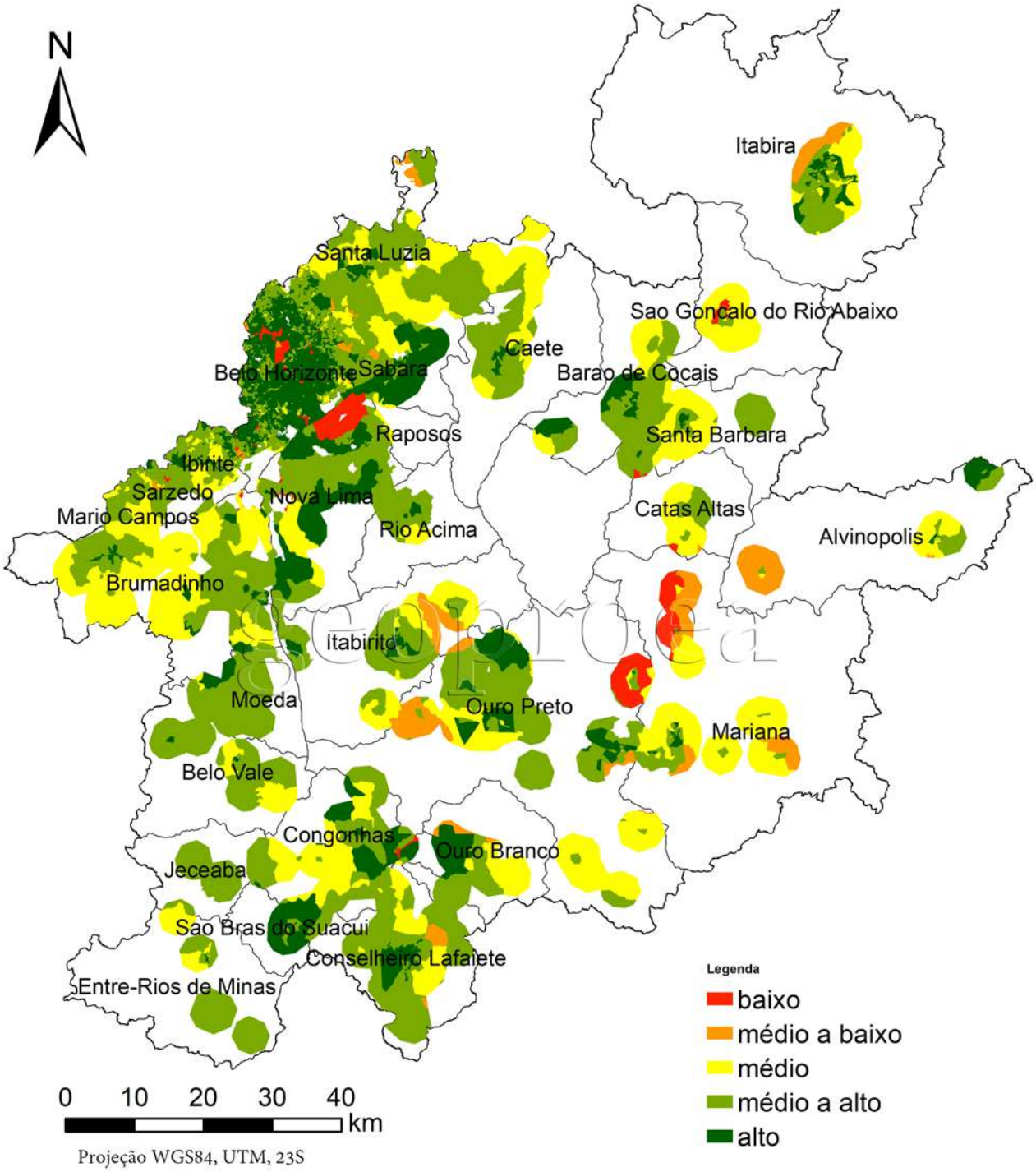
São apresentados:
- Mapas iniciais
- Mapas compostos
- Mapas de Unidades de Paisagem
- Chaves de Classificação da Paisagem
- Estudos Propositivos para as Unidades e Âmbitos de Paisagem

Contribuição ao projeto “Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da paisagem para a região do Quadrilátero Ferrífero – MG”, apoiado pelo CNPq Edital Universal 401066/2016-9 e FAPEMIG Programa Pesquisador Mineiro PPM-00368-18.



MAPAS INICIAIS

PERCENTUAL DE ALFABETIZADOS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE

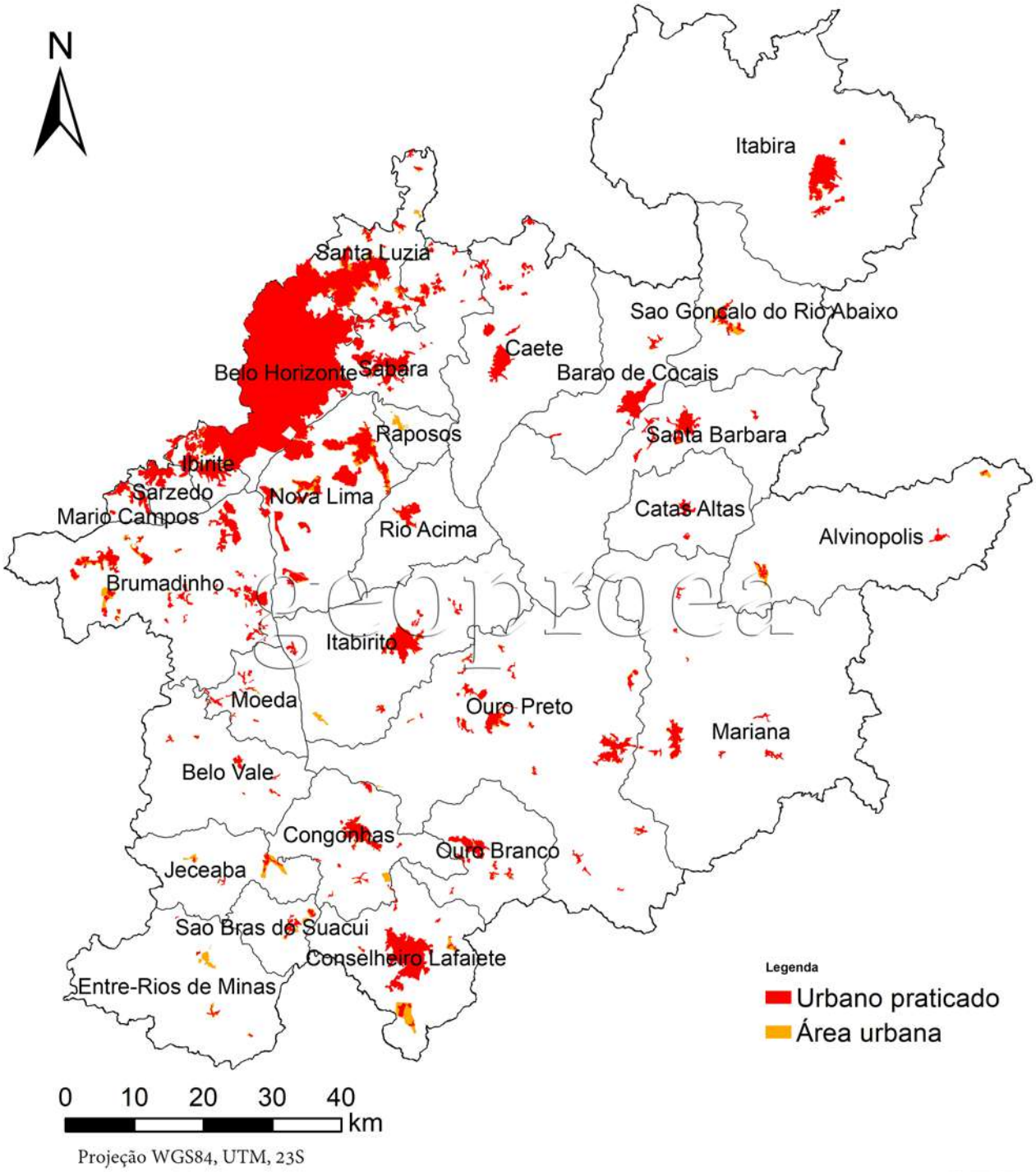
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

ÁREA URBANA E MANCHA URBANA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE e Uso e Cobertura do Solo - Embrapa 2015

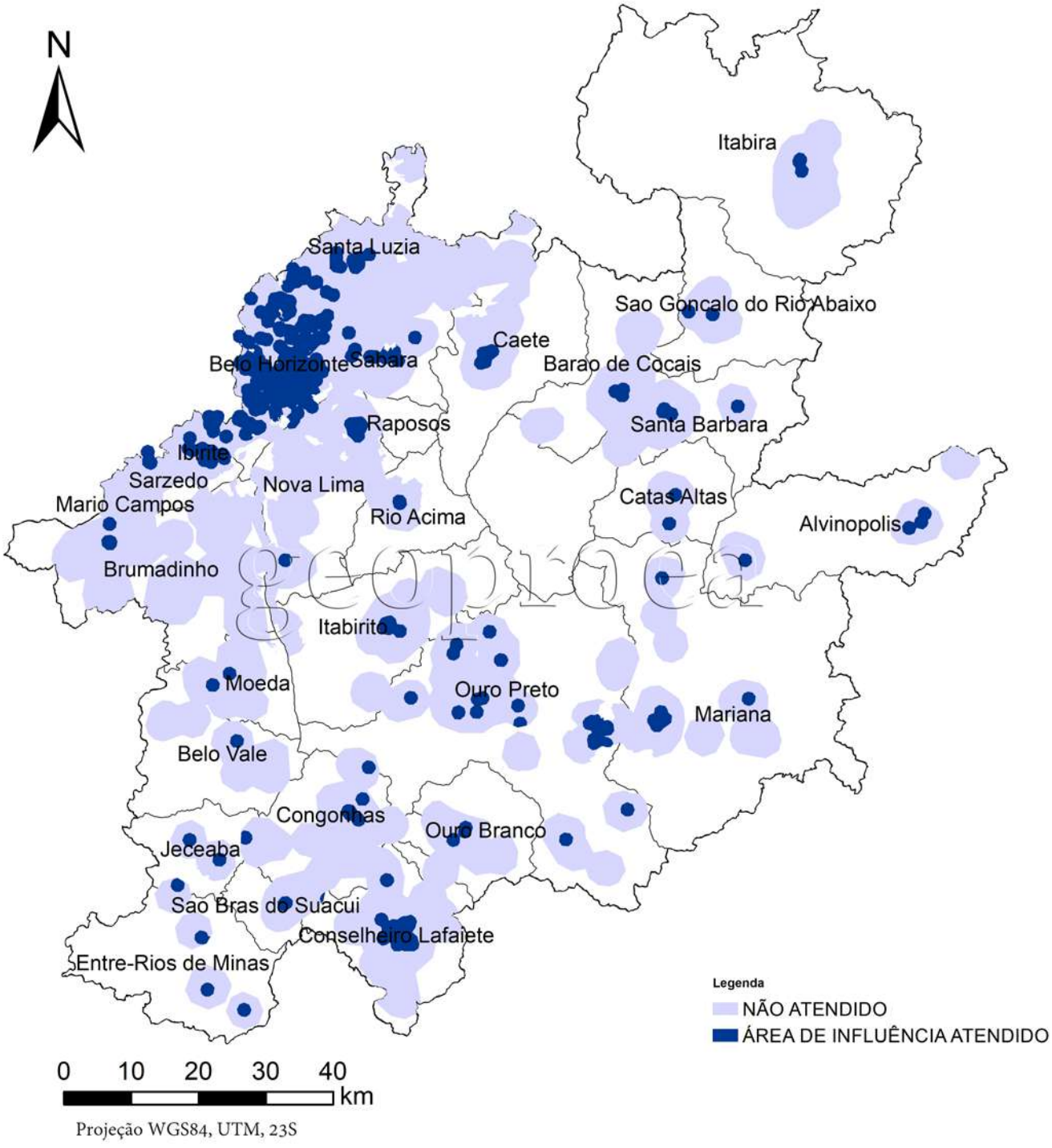
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.b

ATENDIMENTO À SAÚDE
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, INDE

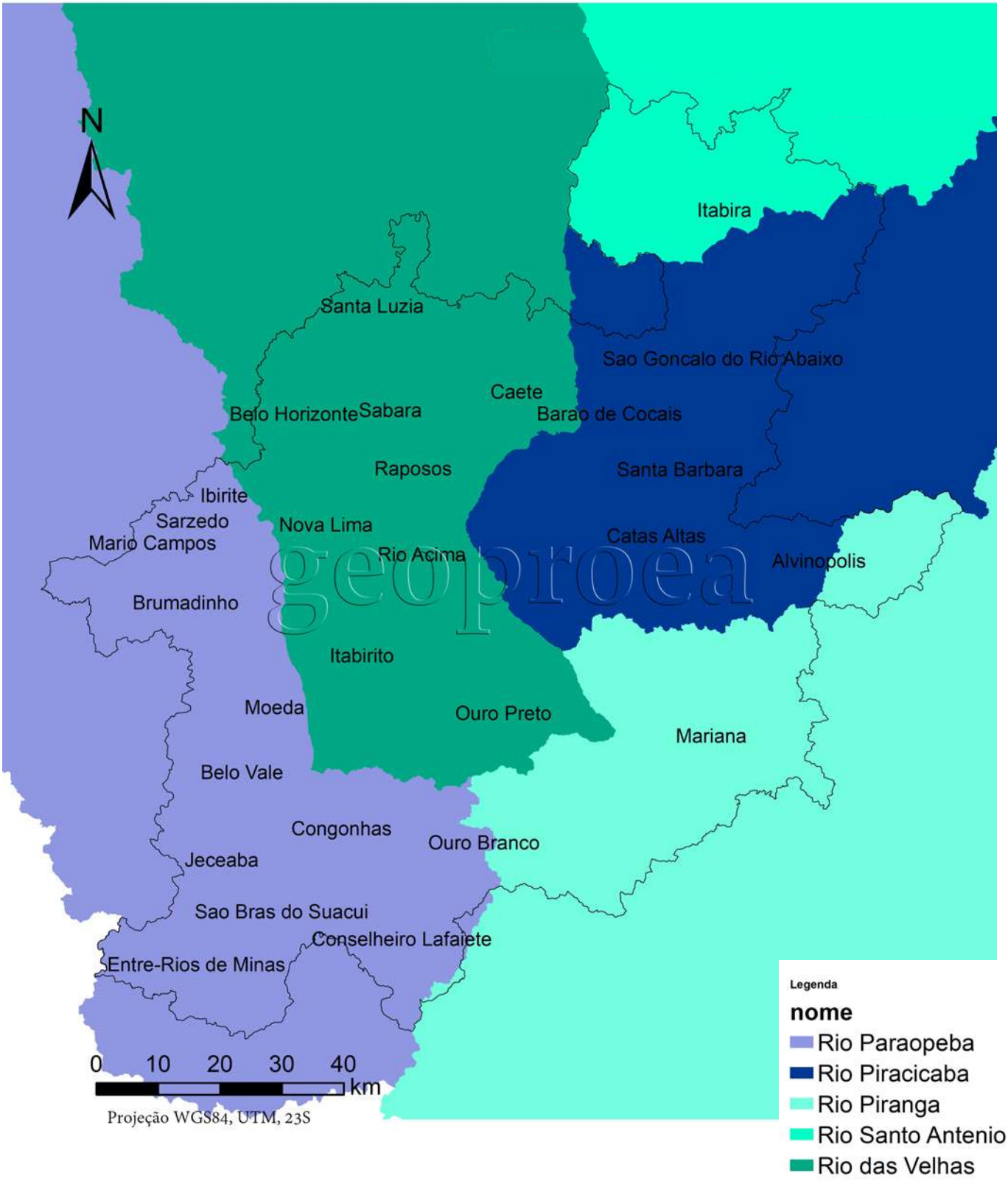
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

BENS PATRIMONIAIS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, ANA, IGAM

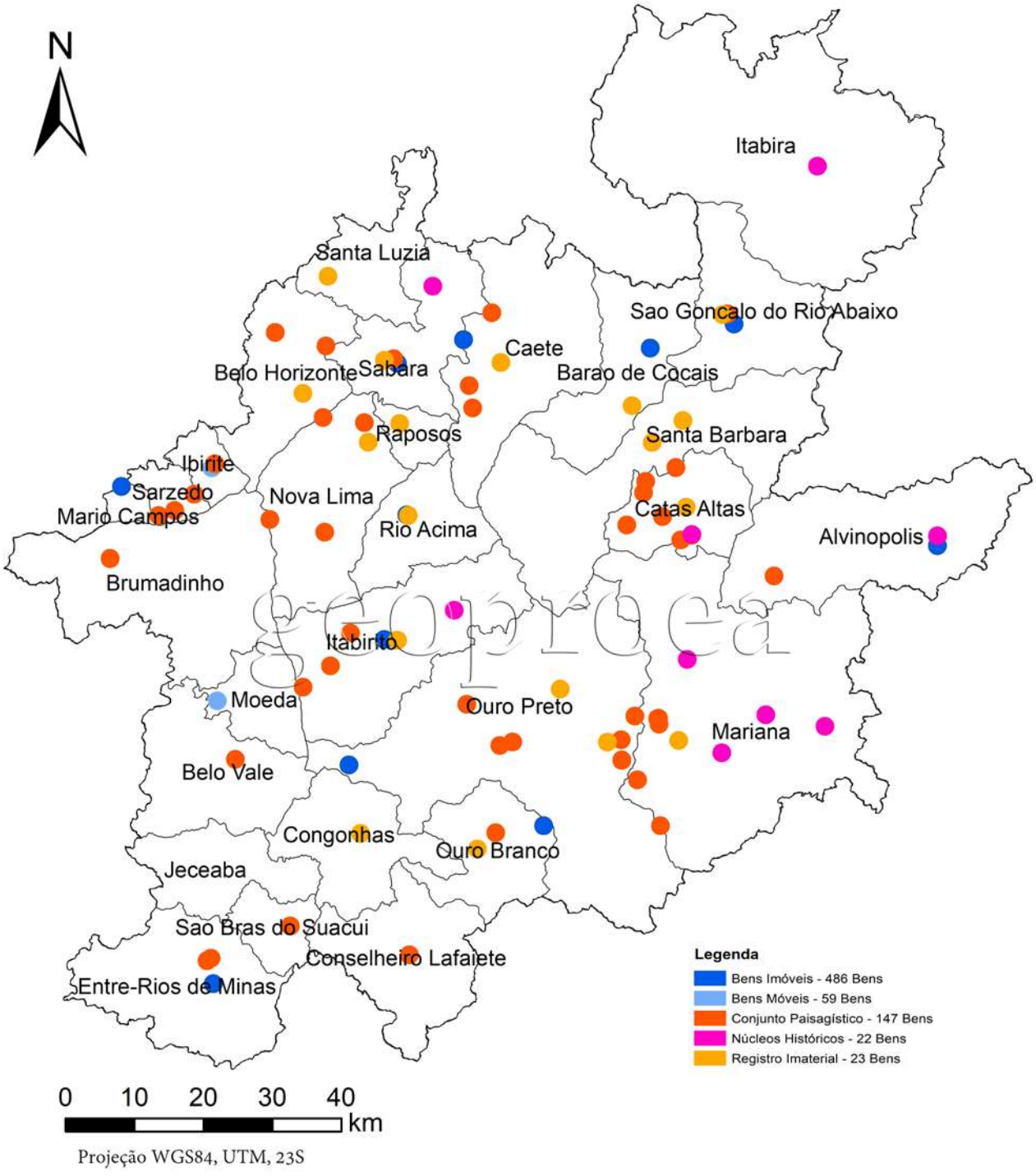
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

BENS PATRIMONIAIS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IPHAN

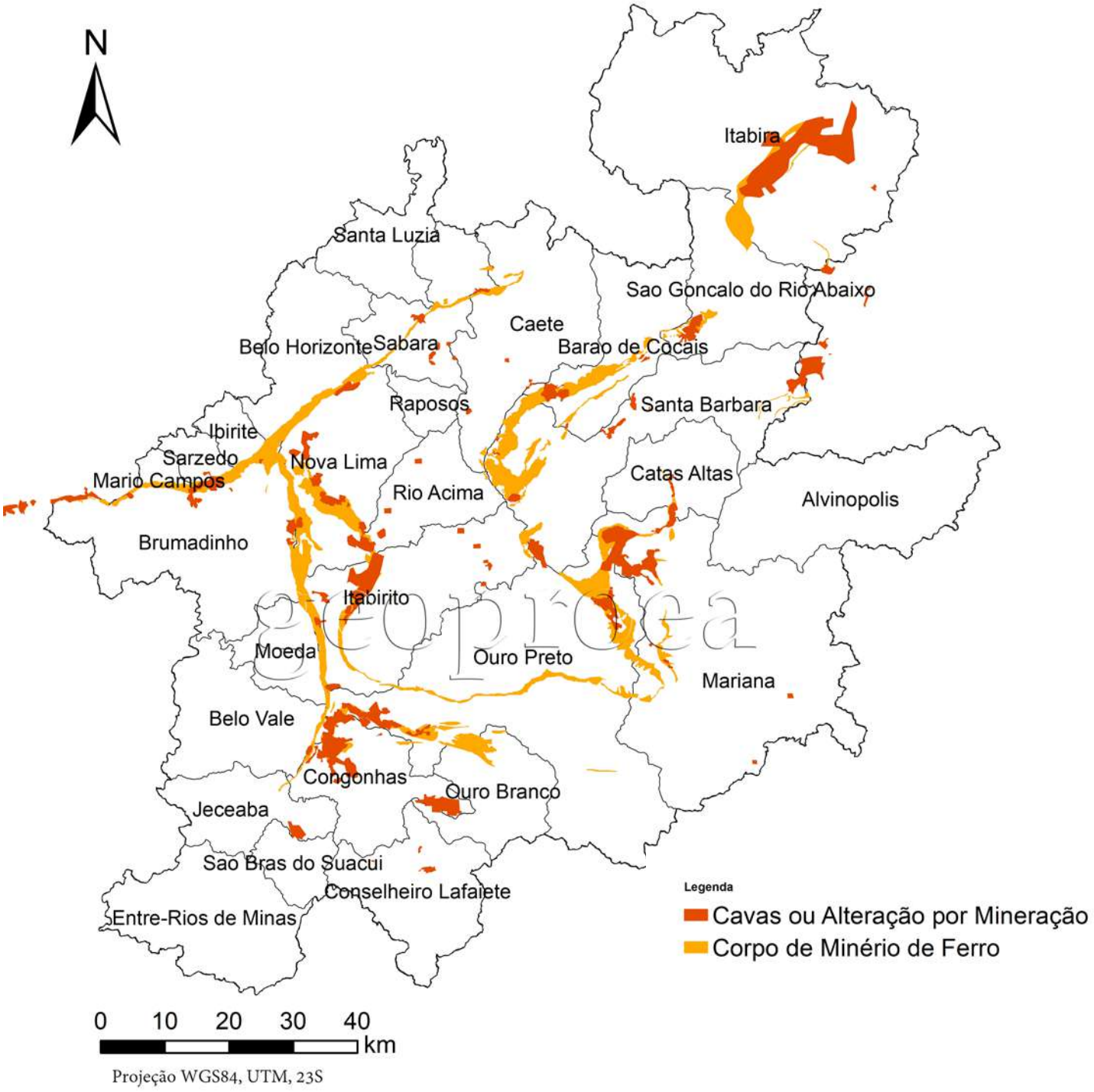
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

CAVAS OU ALTERAÇÃO POR MINERAÇÃO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, CPRM, Imagem RapidEye

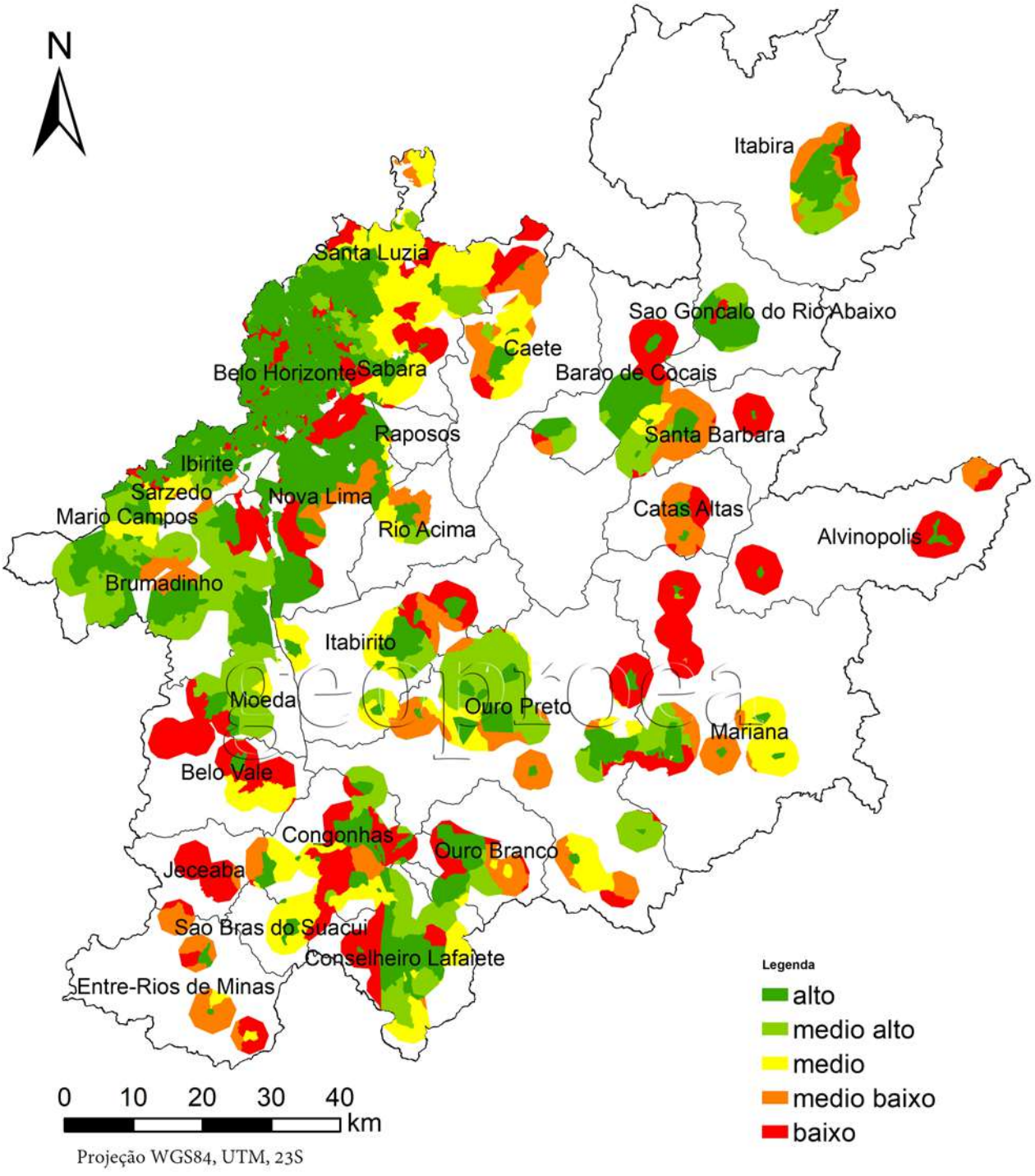
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PERCENTUAL COLETA DE LIXO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



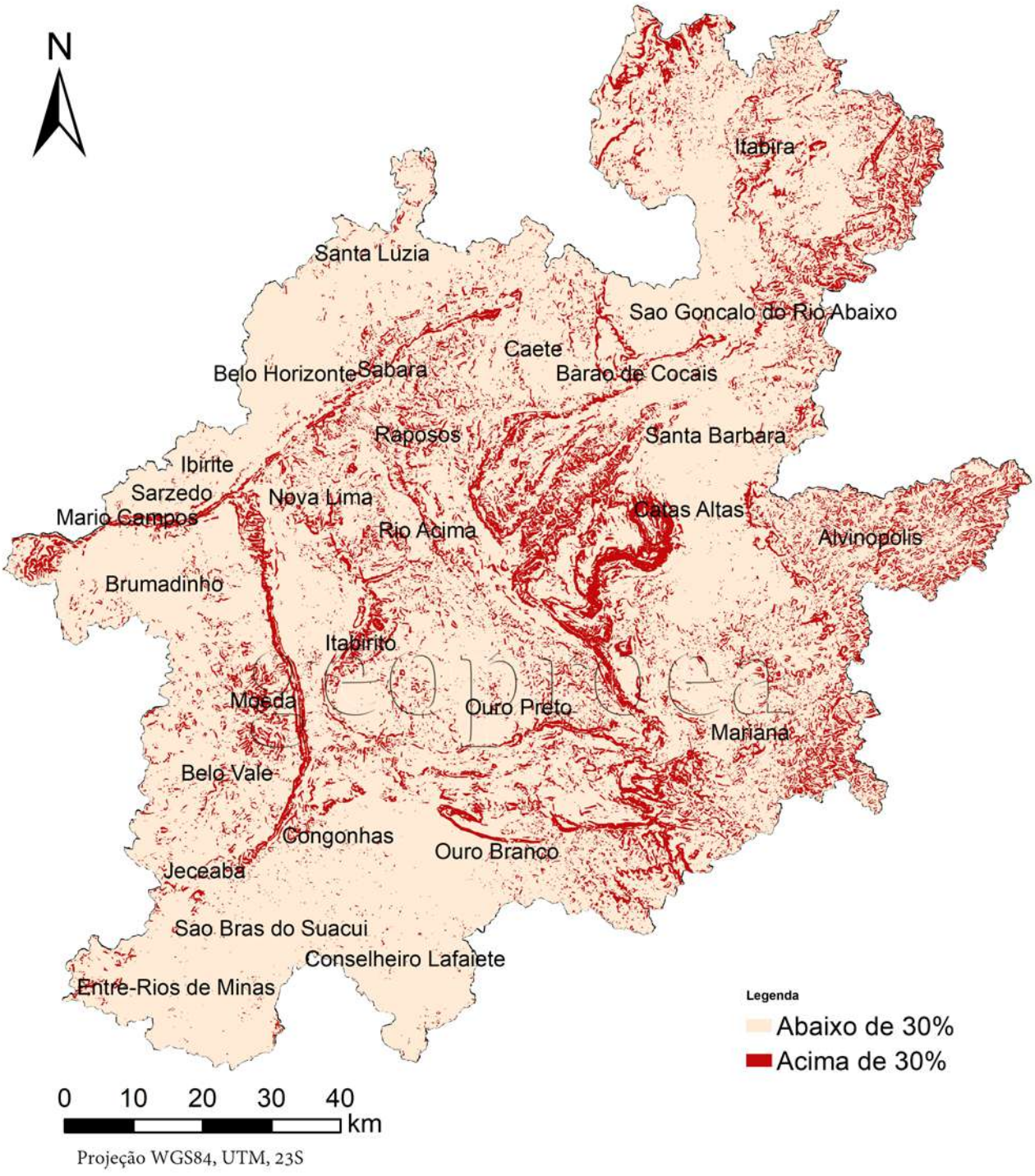
Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

DECLIVIDADES
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Imagem DEM Alos Palsar

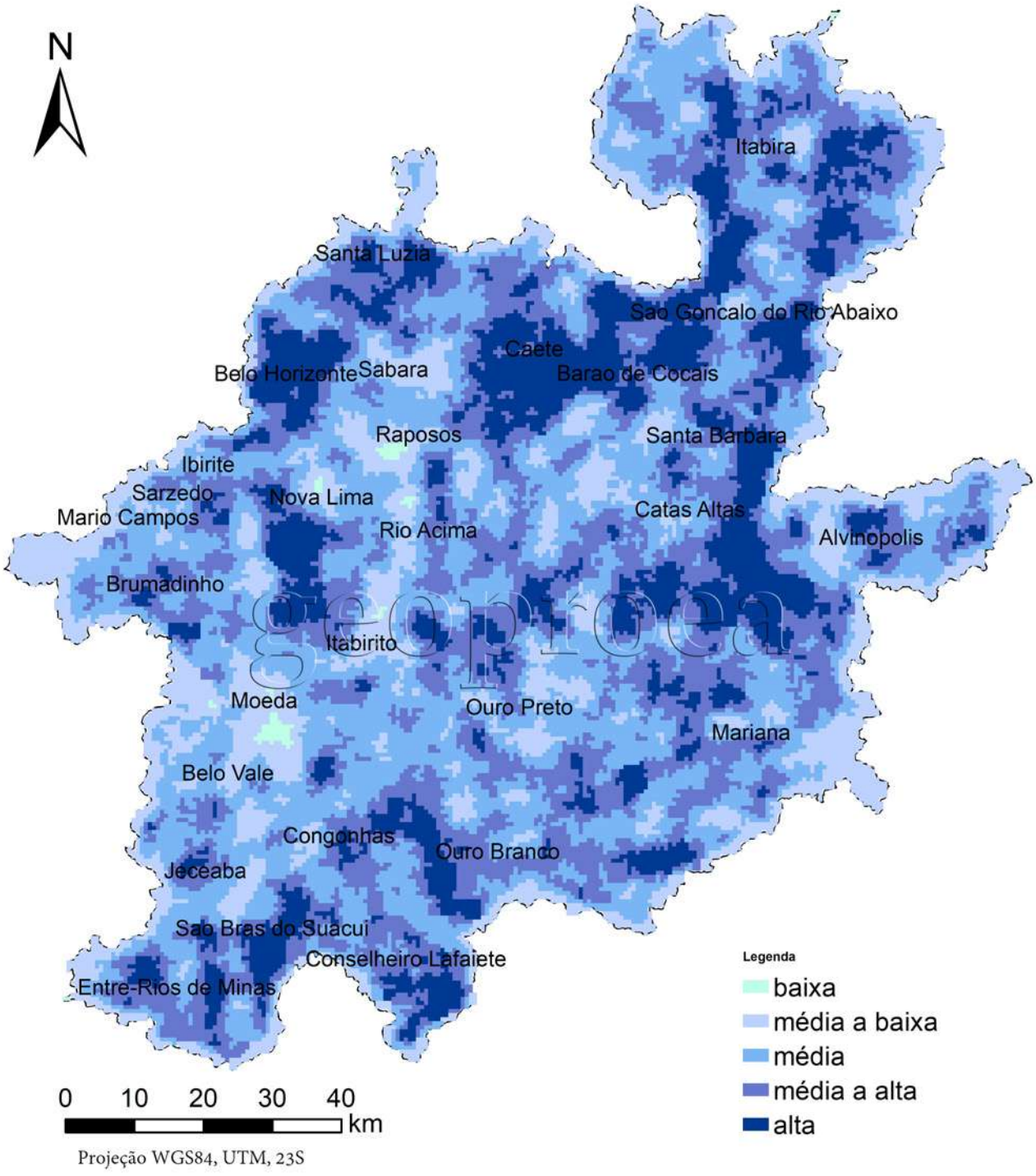
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

DENSIDADE DE CABECEIRAS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



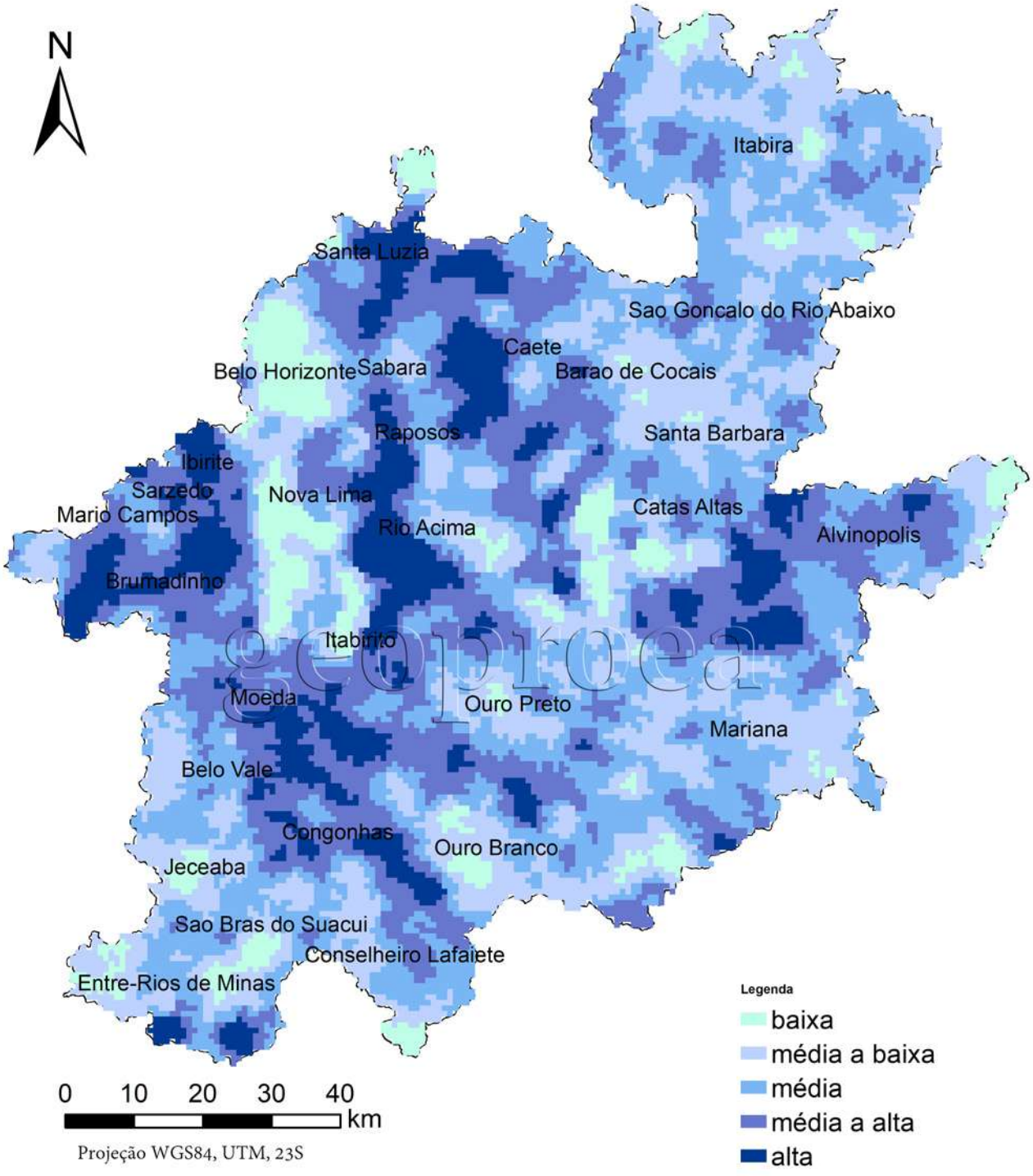
Fonte da base cartográfica: IBGE, ANA, IGAM

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

DENSIDADE DE DRENAGEM
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, ANA, IGAM

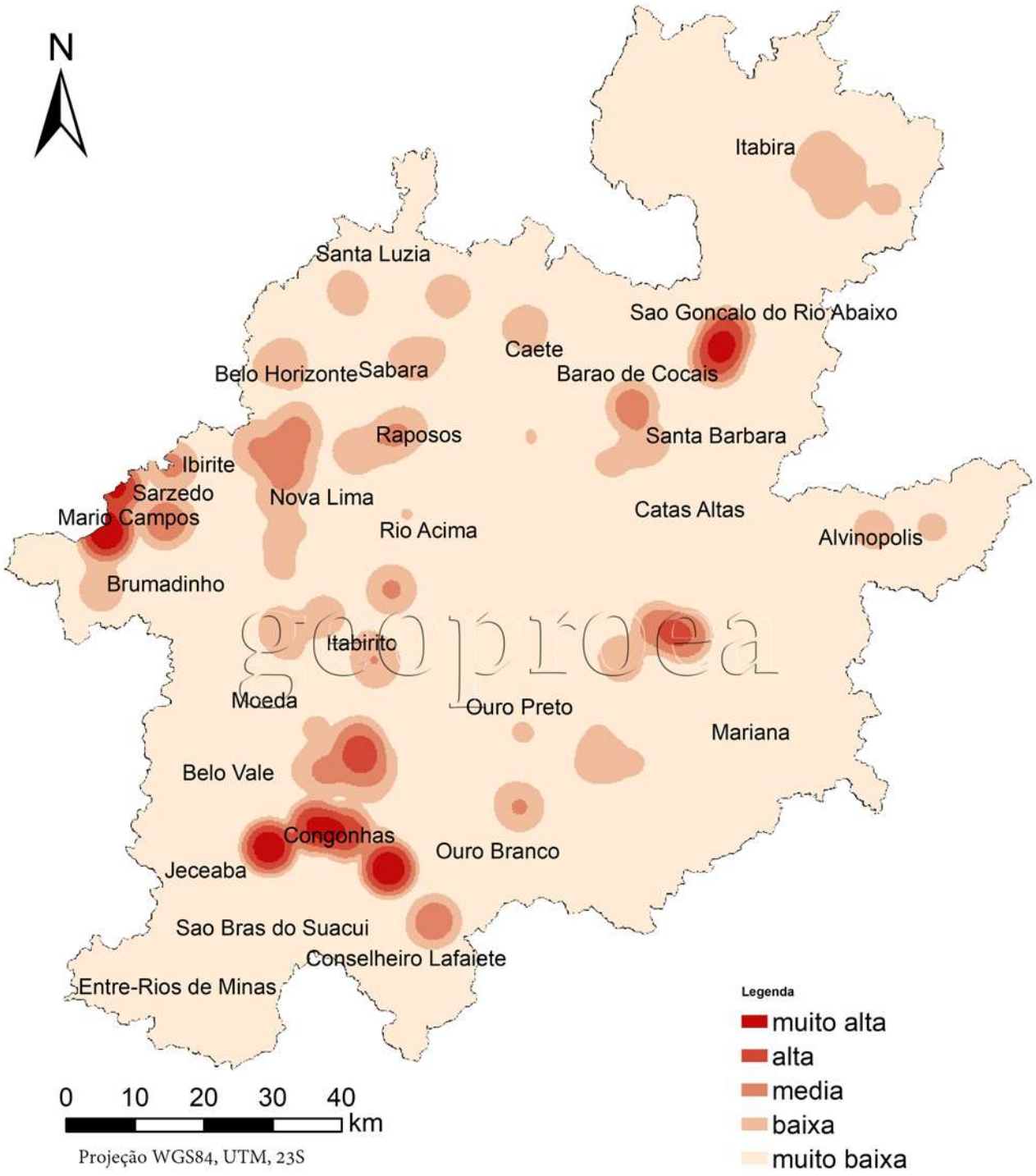
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

DENSIDADE DE OUTORGA DE ÁGUA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, ANA, IGAM

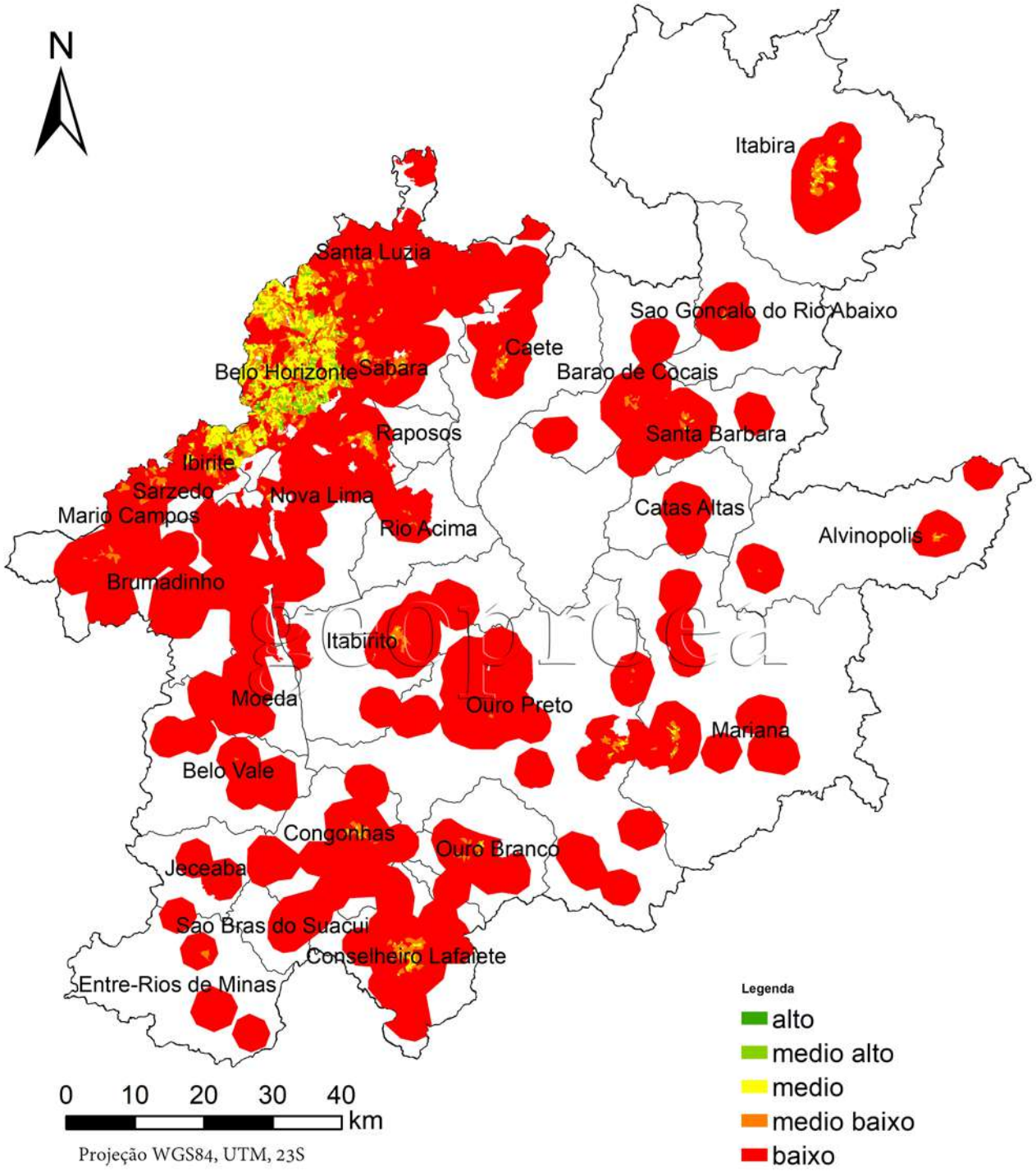
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

DENSIDADE POPULACIONAL QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE

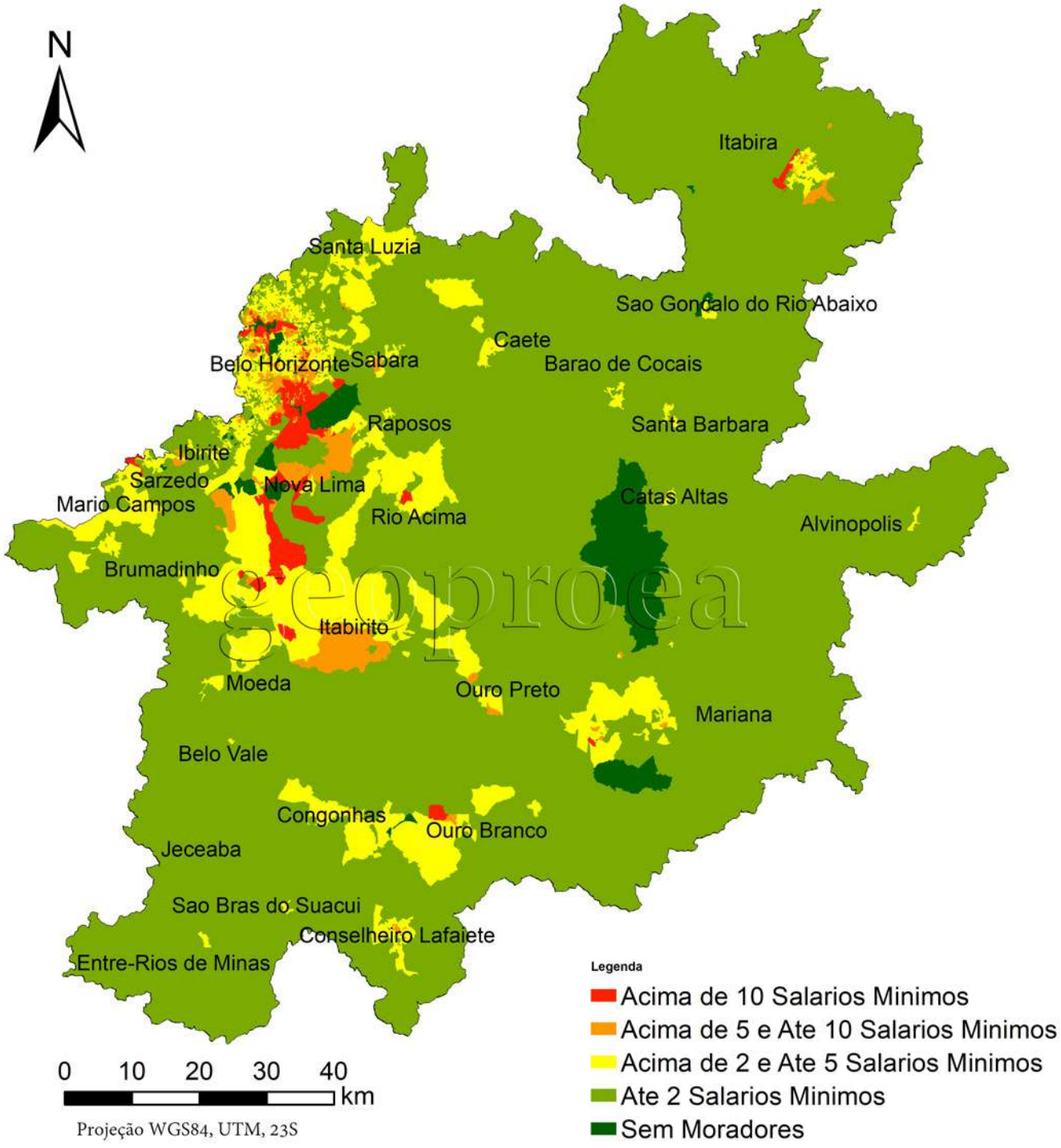
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

DISTRIBUIÇÃO DE RENDA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



geoprocea

Fonte da base cartográfica: IBGE

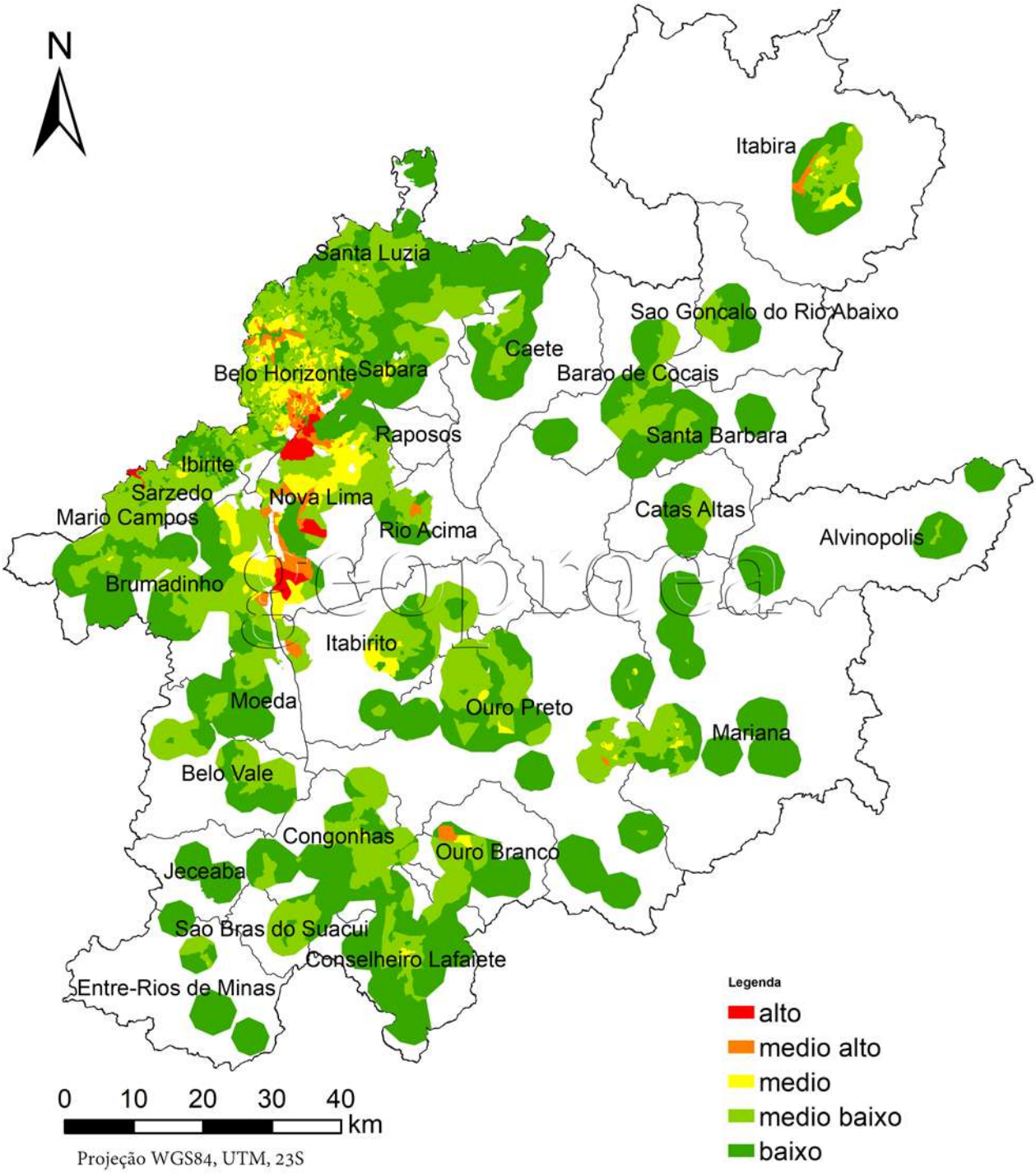
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

DISTRIBUIÇÃO DE RENDA NAS ÁREAS URBANAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



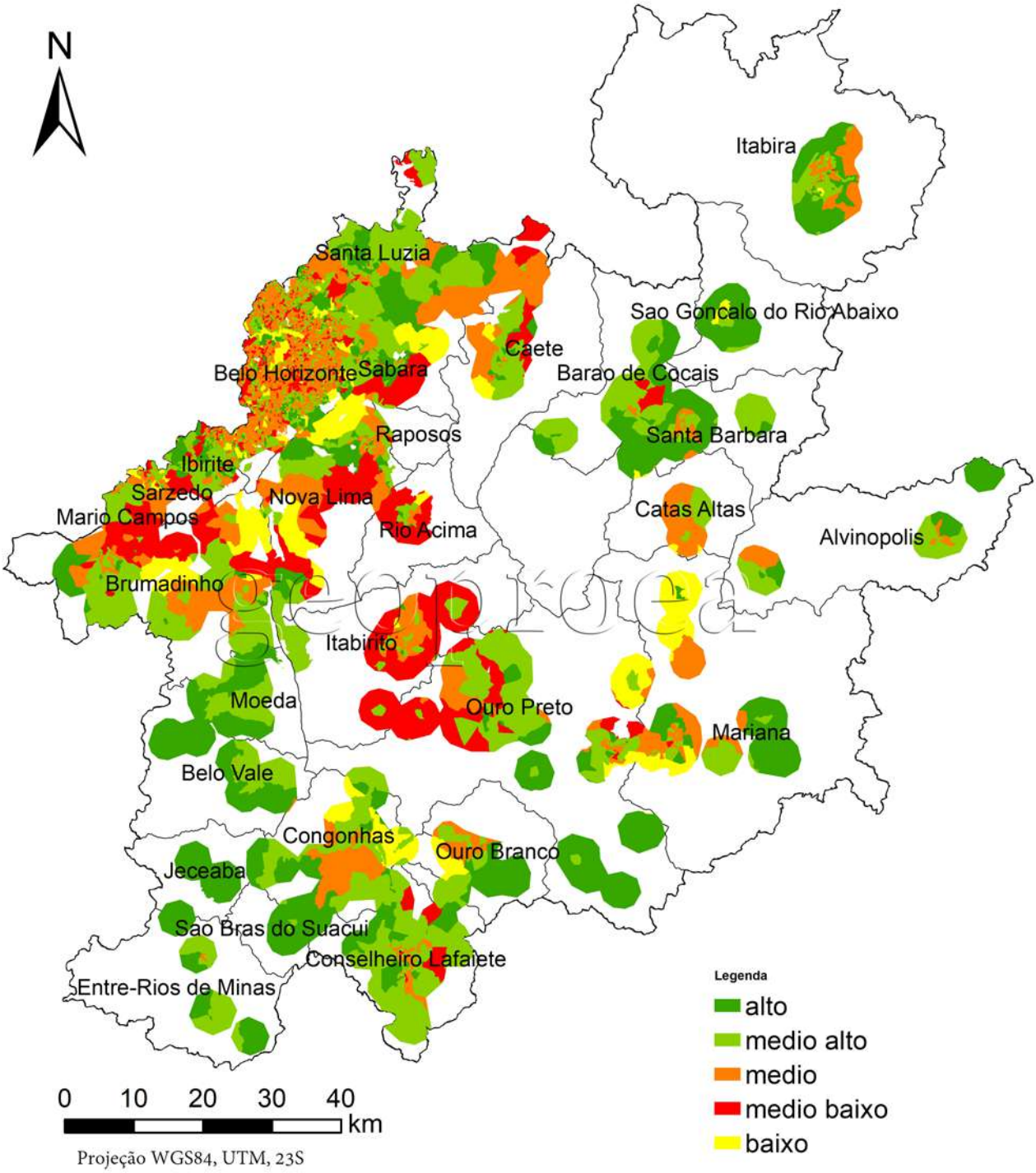
Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PERCENTUAL DOMICÍLIOS PRÓPRIOS QUITADOS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



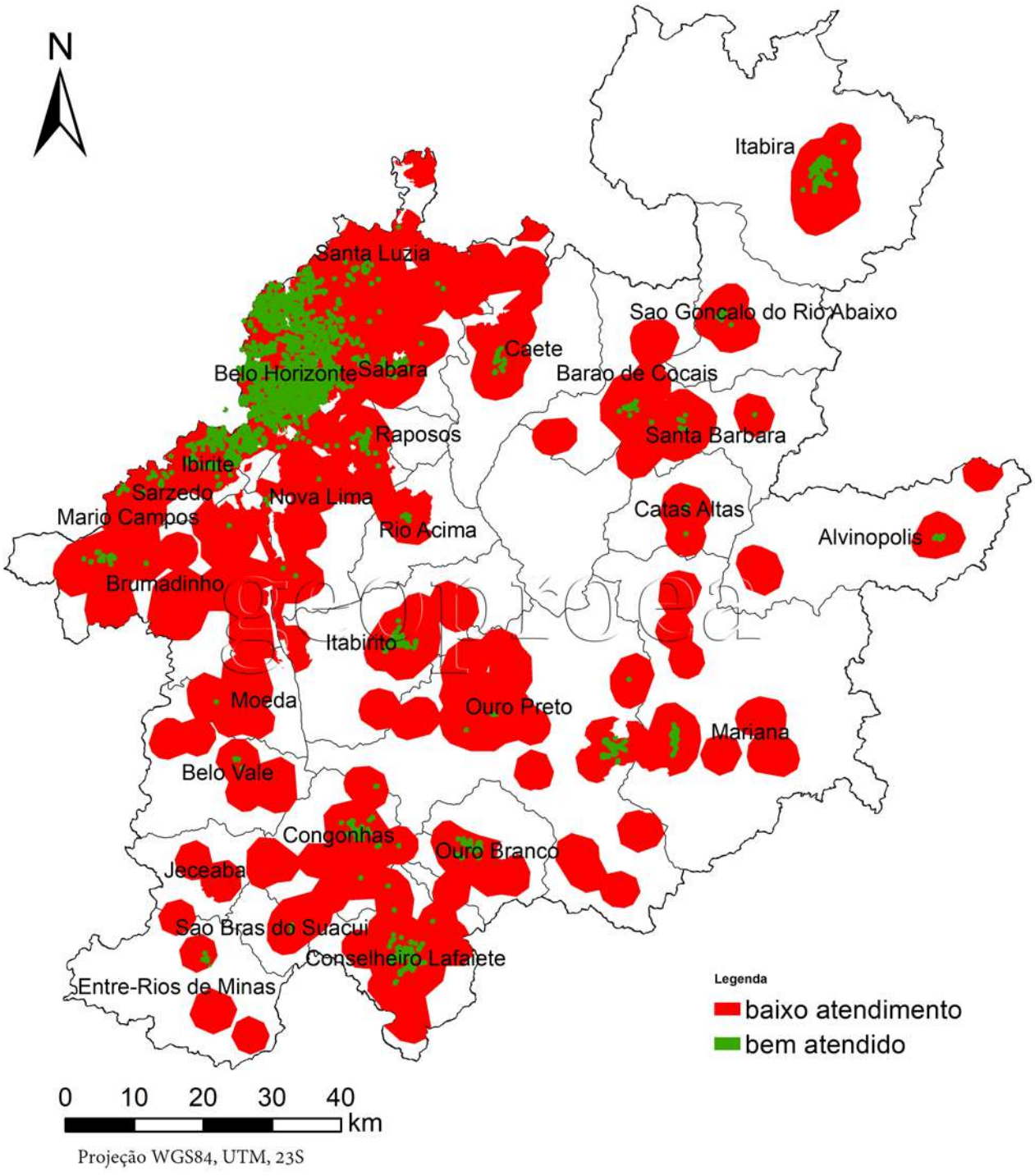
Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

ESCOLAS E ÁREA DE INFLUÊNCIA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



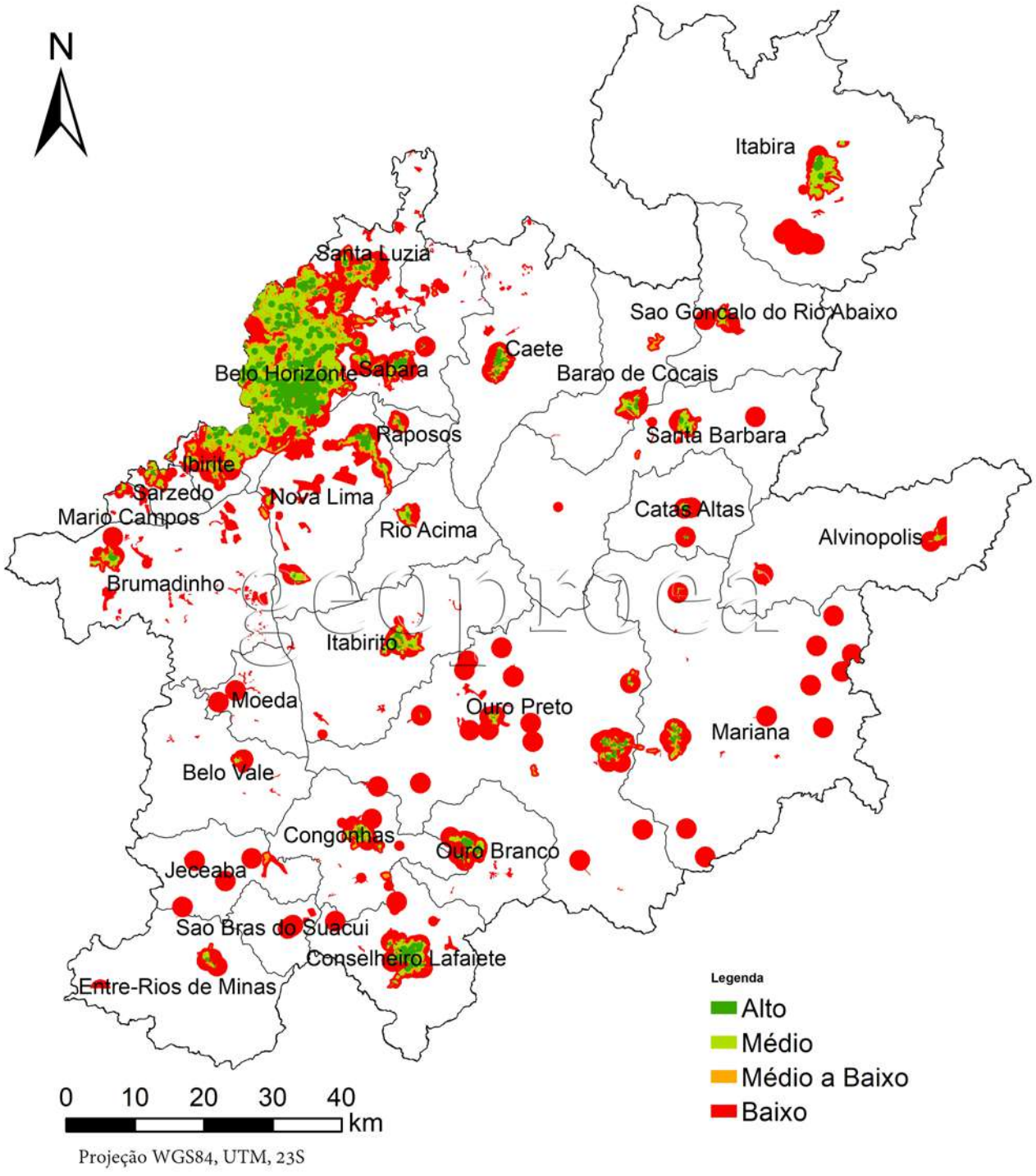
Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

EXISTÊNCIA DE INFRAESTRUTURA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



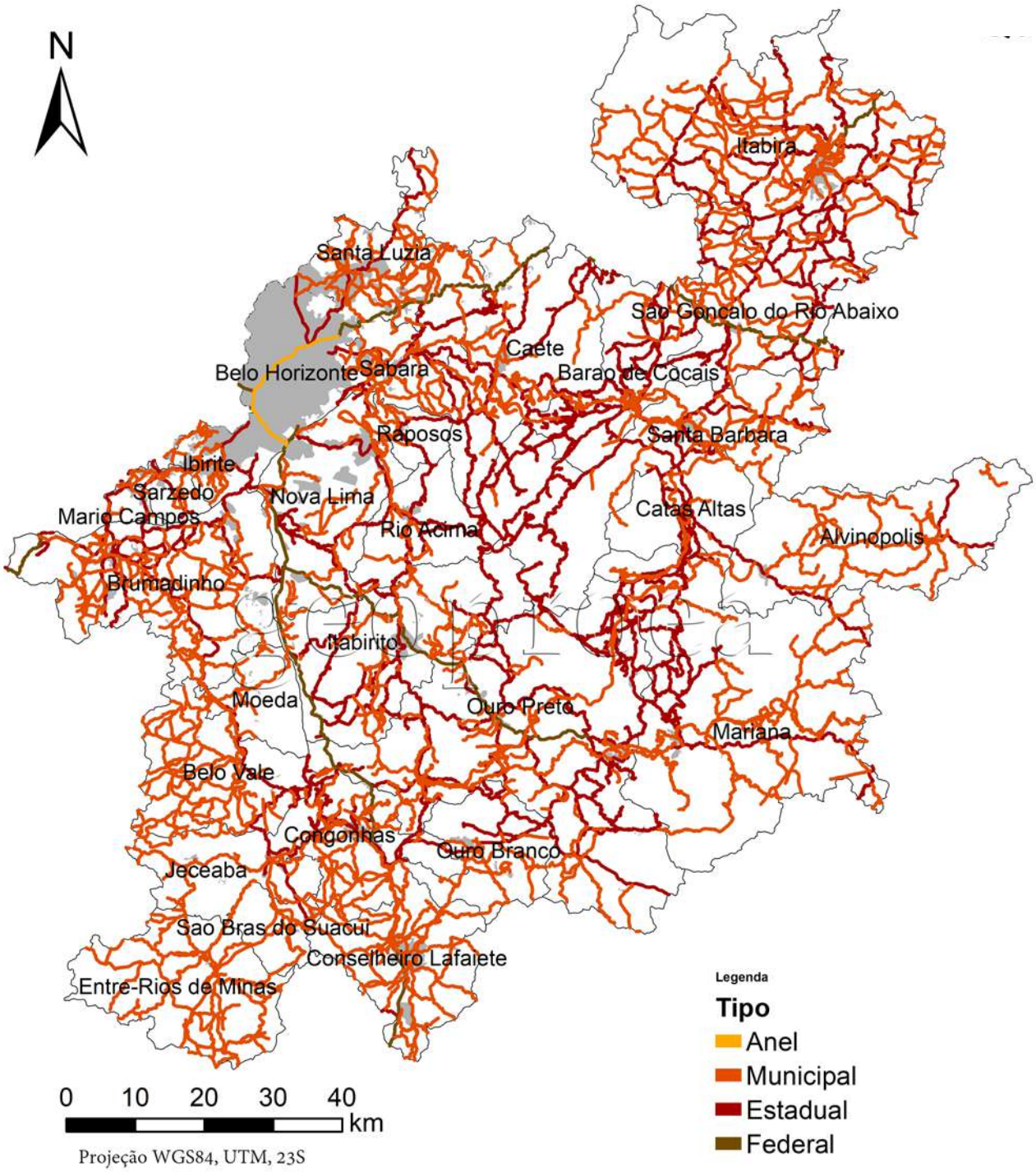
Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

FAIXAS DE ESTRADA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, DER-MG

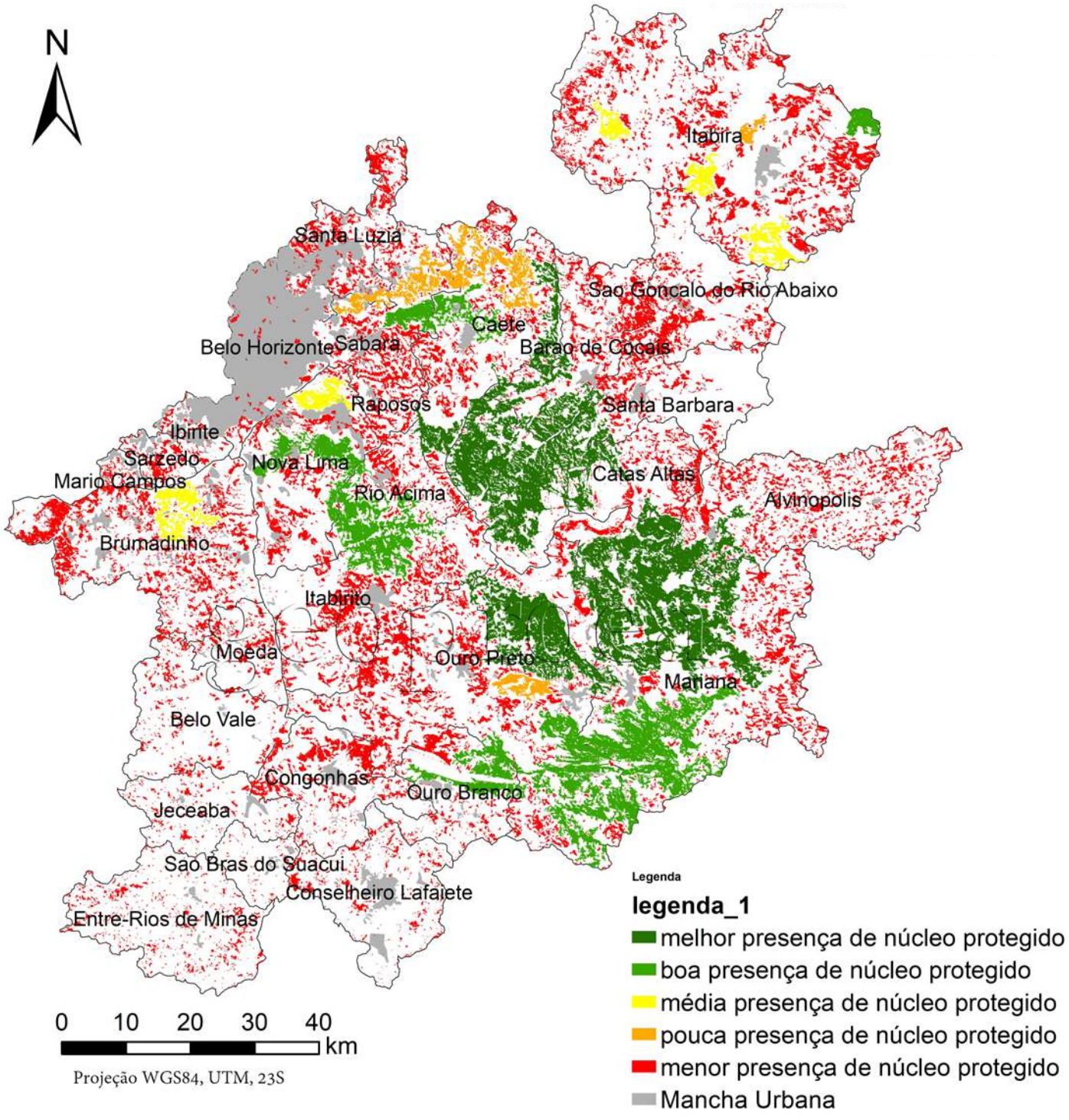
UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

FRAGMENTOS VEGETAÇÃO - ÁREA NÚCLEO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, INDE, SISEMA-IEF

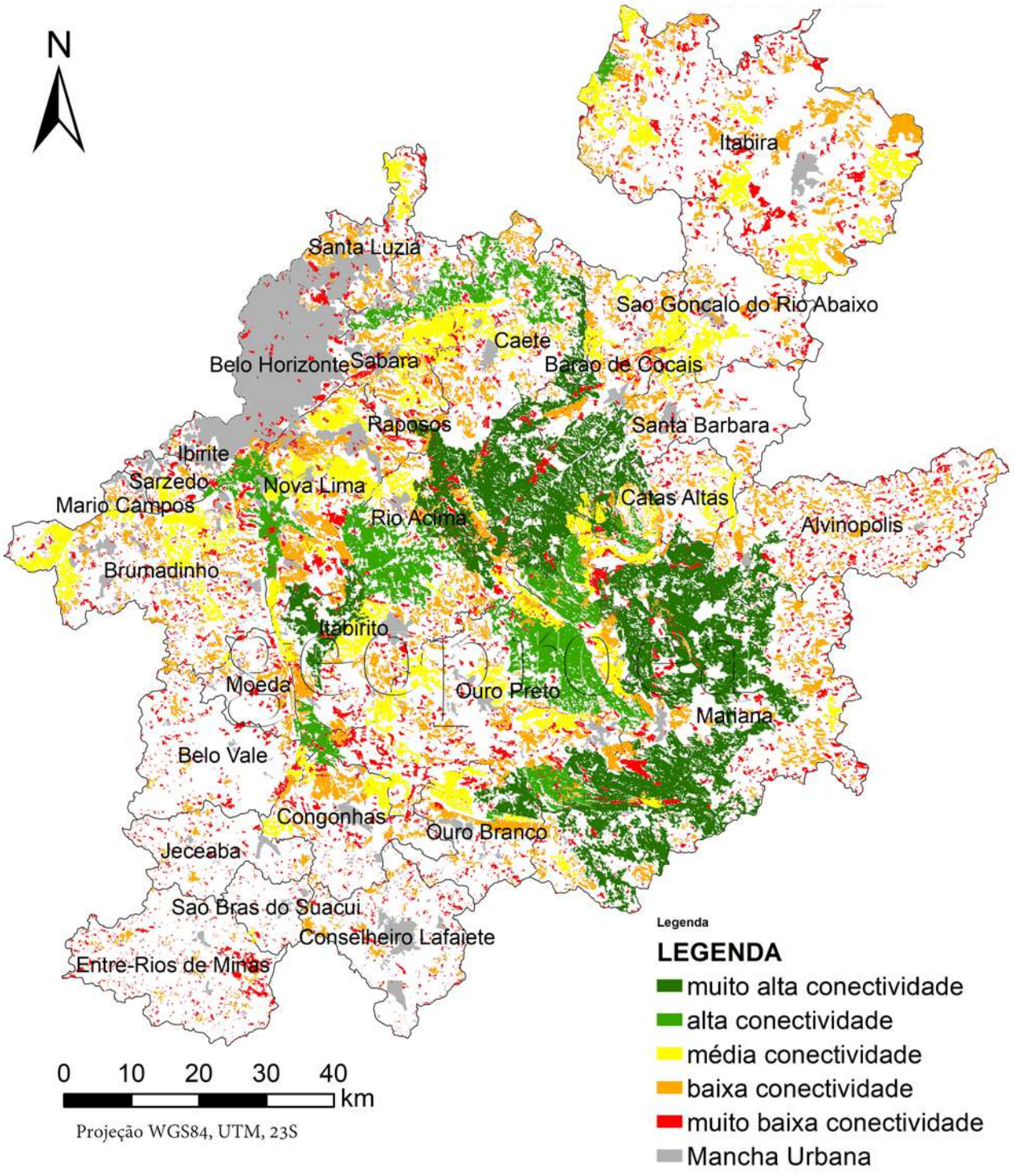
UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

FRAGMENTOS VEGETAÇÃO - CONECTIVIDADE- QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, INDE, SISEMA-IEF

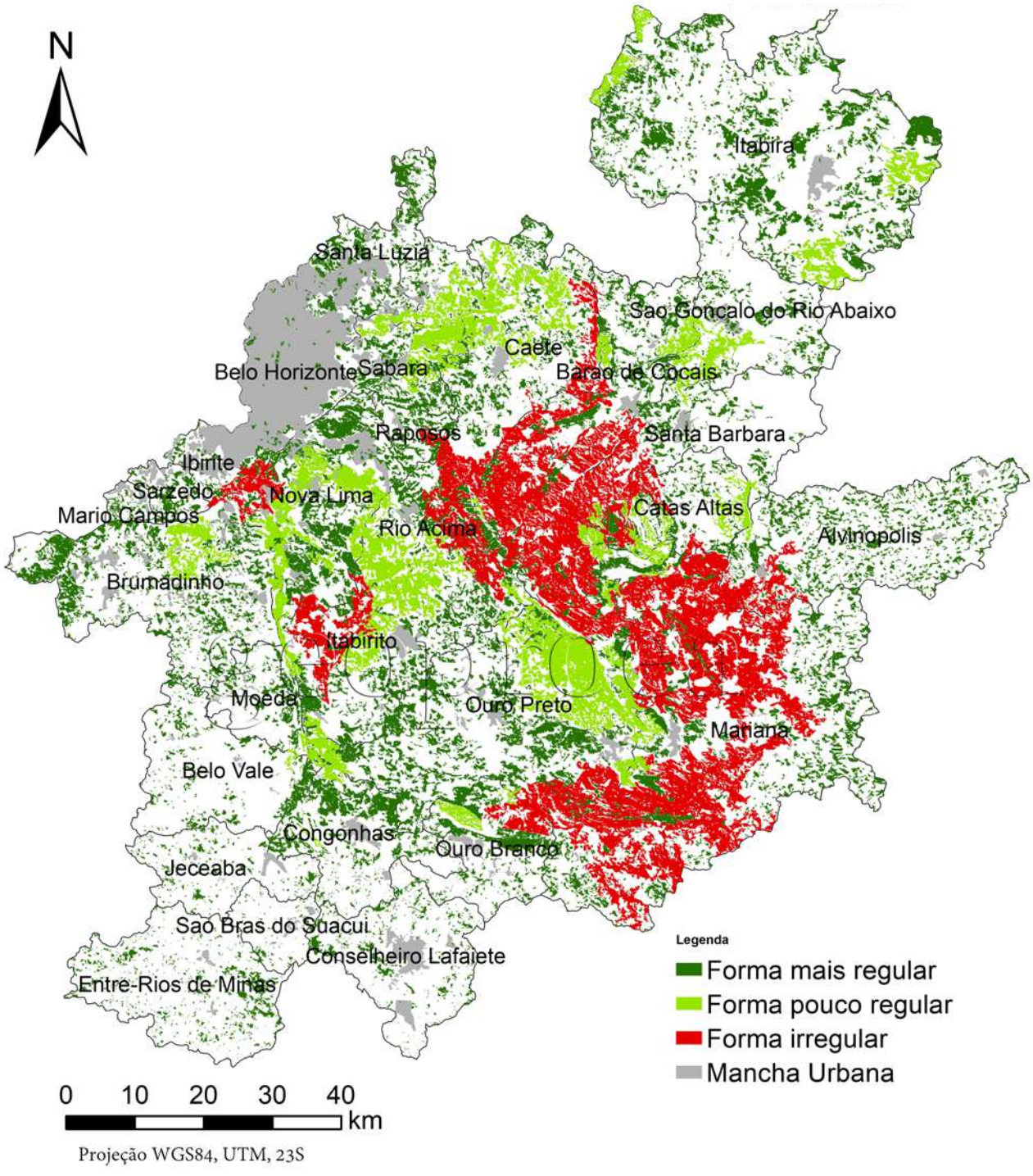
UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

FRAGMENTOS VEGETAÇÃO - FATOR FORMA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, INDE, SISEMA-IEF

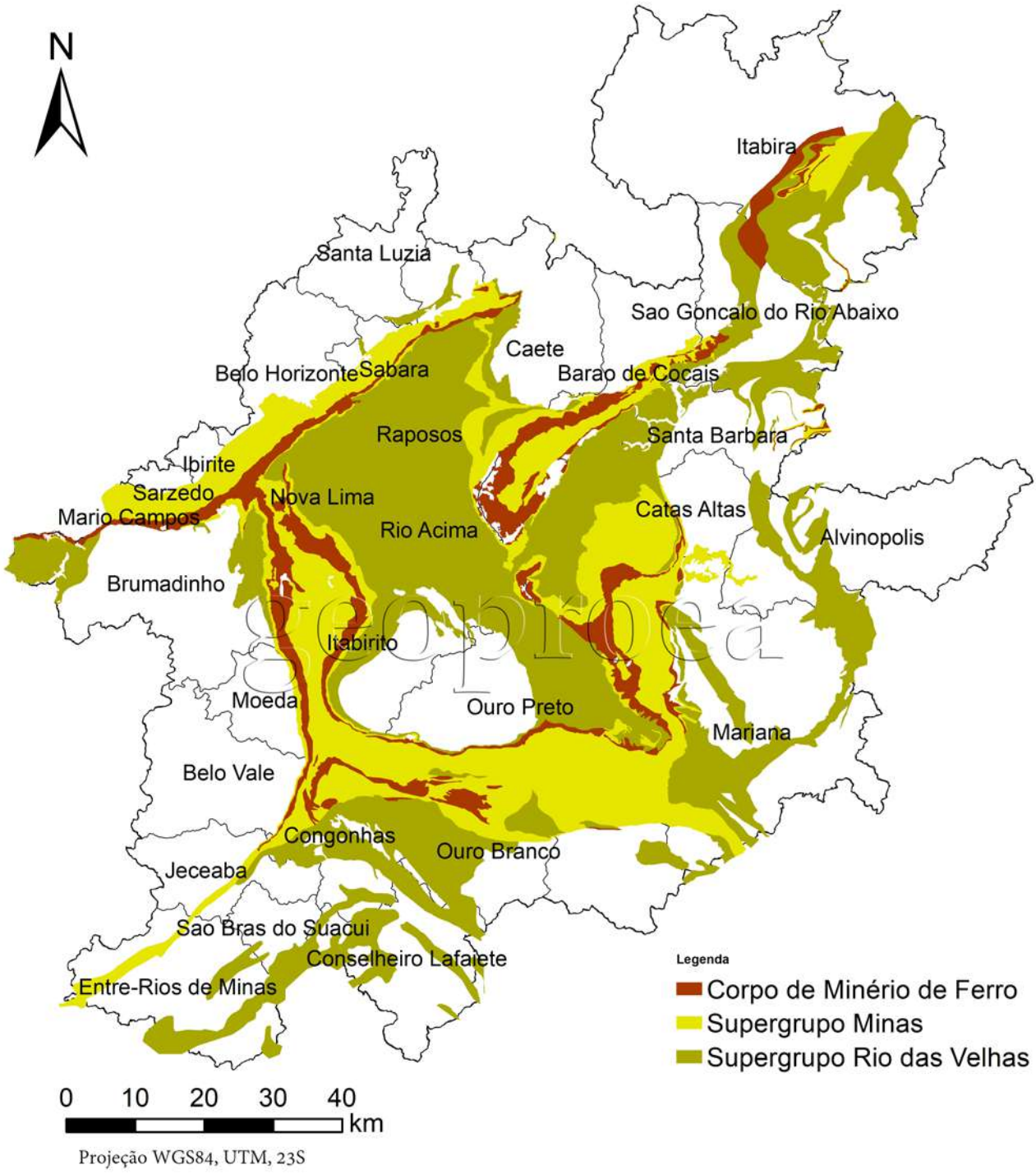
UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

GEOLOGIA - ESTRATIGRAFIA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, CPRM

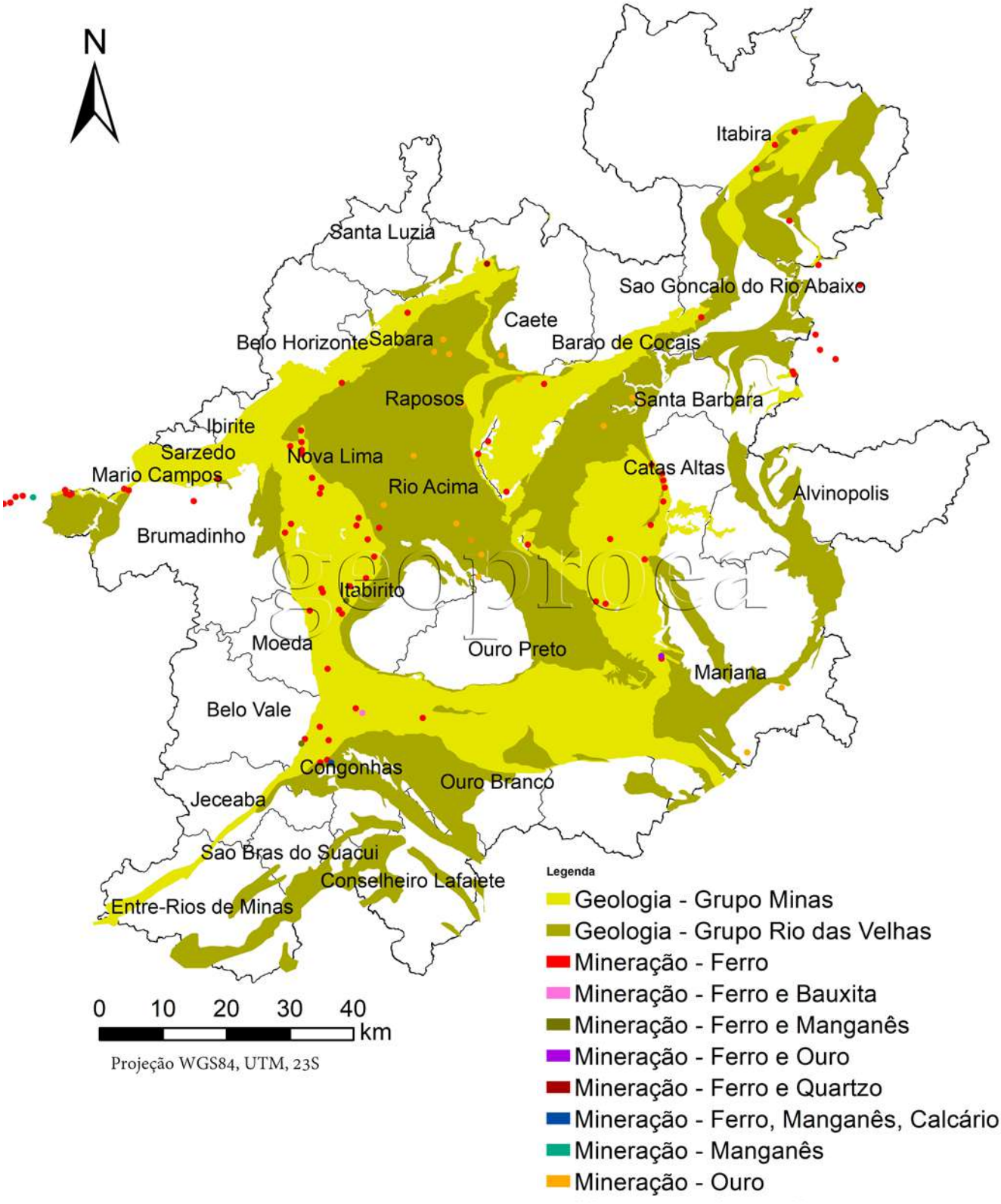
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

GEOLOGIA E MINERAÇÃO
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, DNPM, CPRM

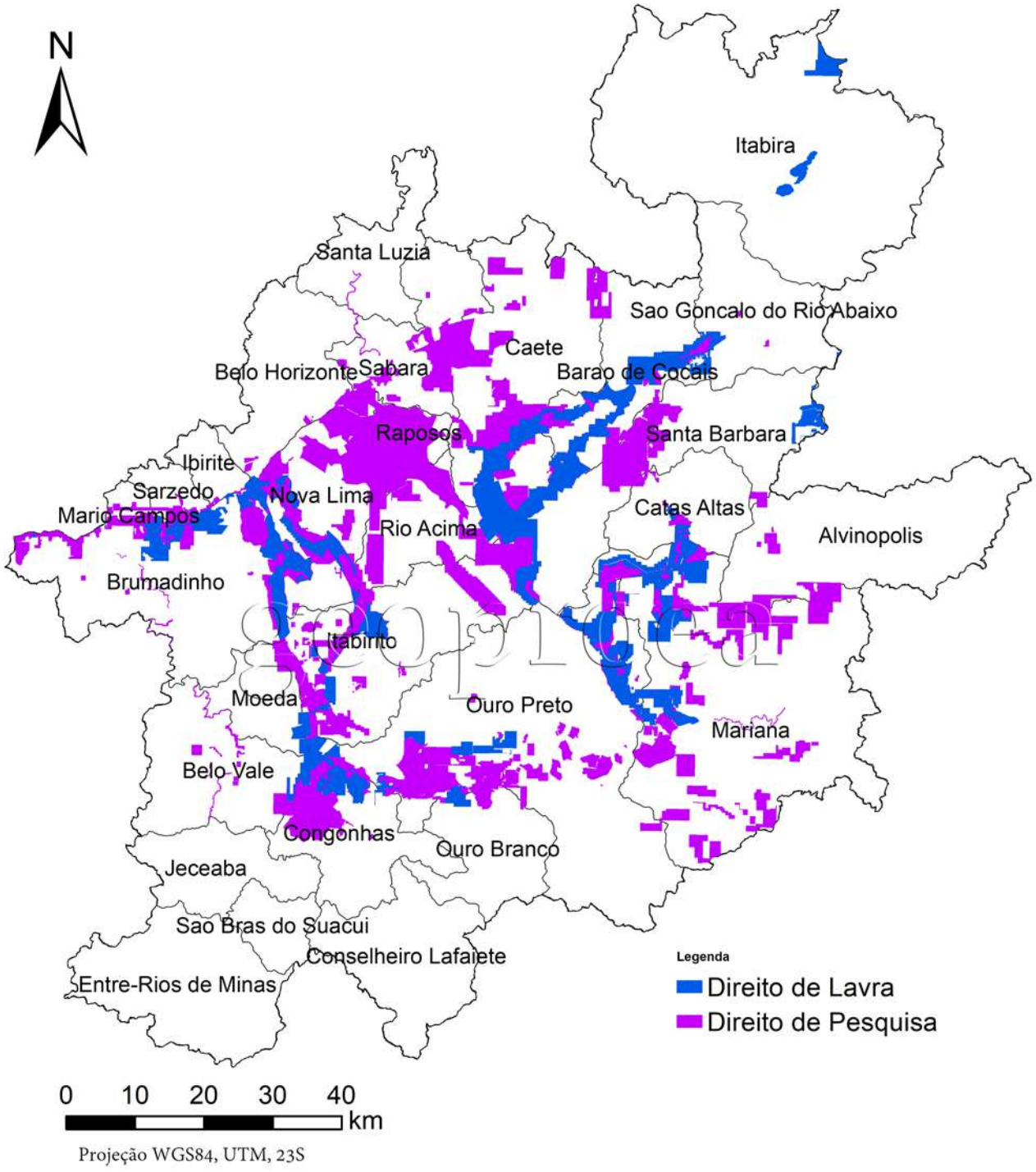
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

GEOLOGIA - DIREITO DE PESQUISA E DE LAVRA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, DNPM

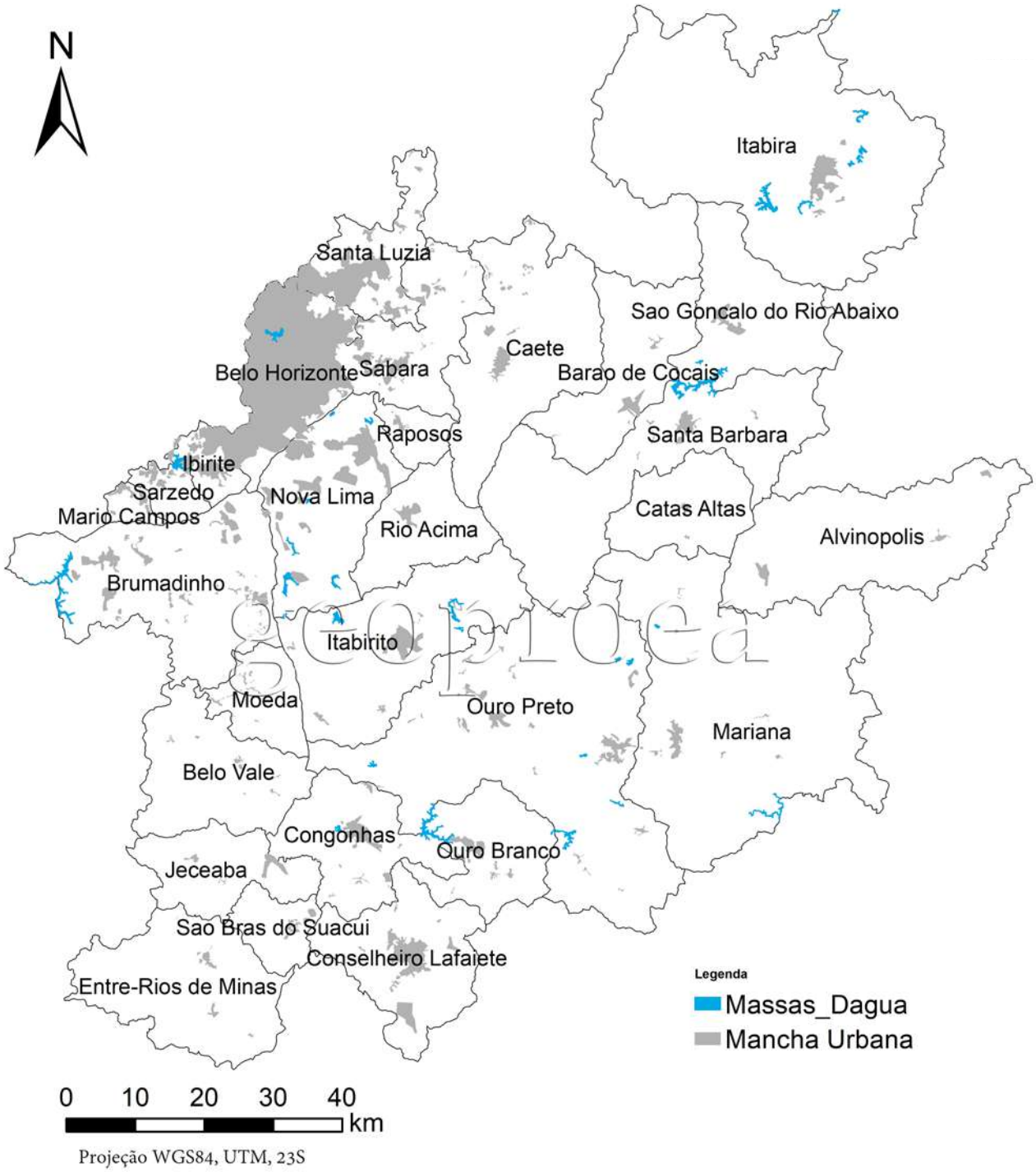
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

HIDROGRAFIA MASSAS D'ÁGUA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



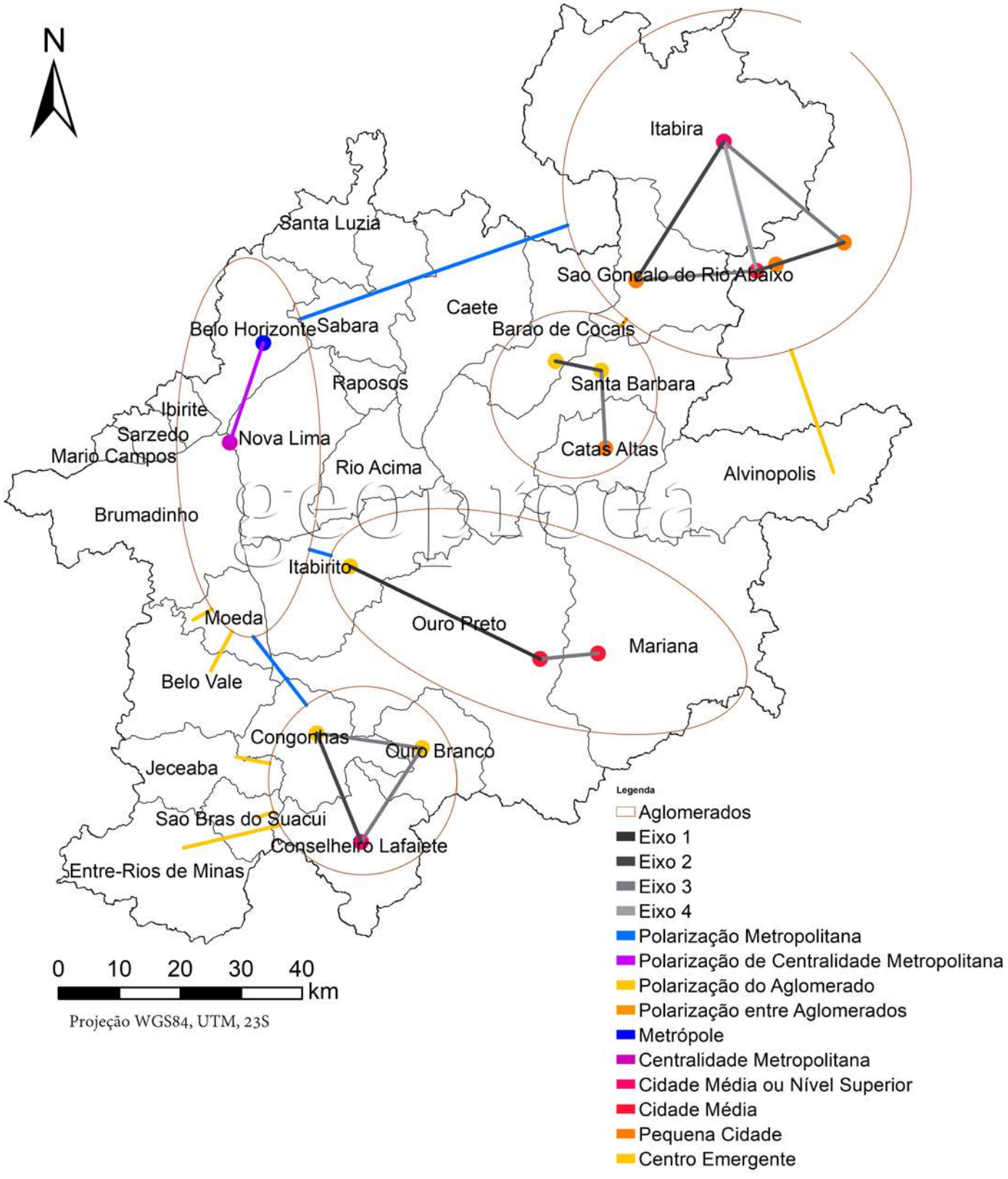
Fonte da base cartográfica: IBGE, INDE, ANA

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

HIERARQUIA URBANA E CONEXÕES QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE

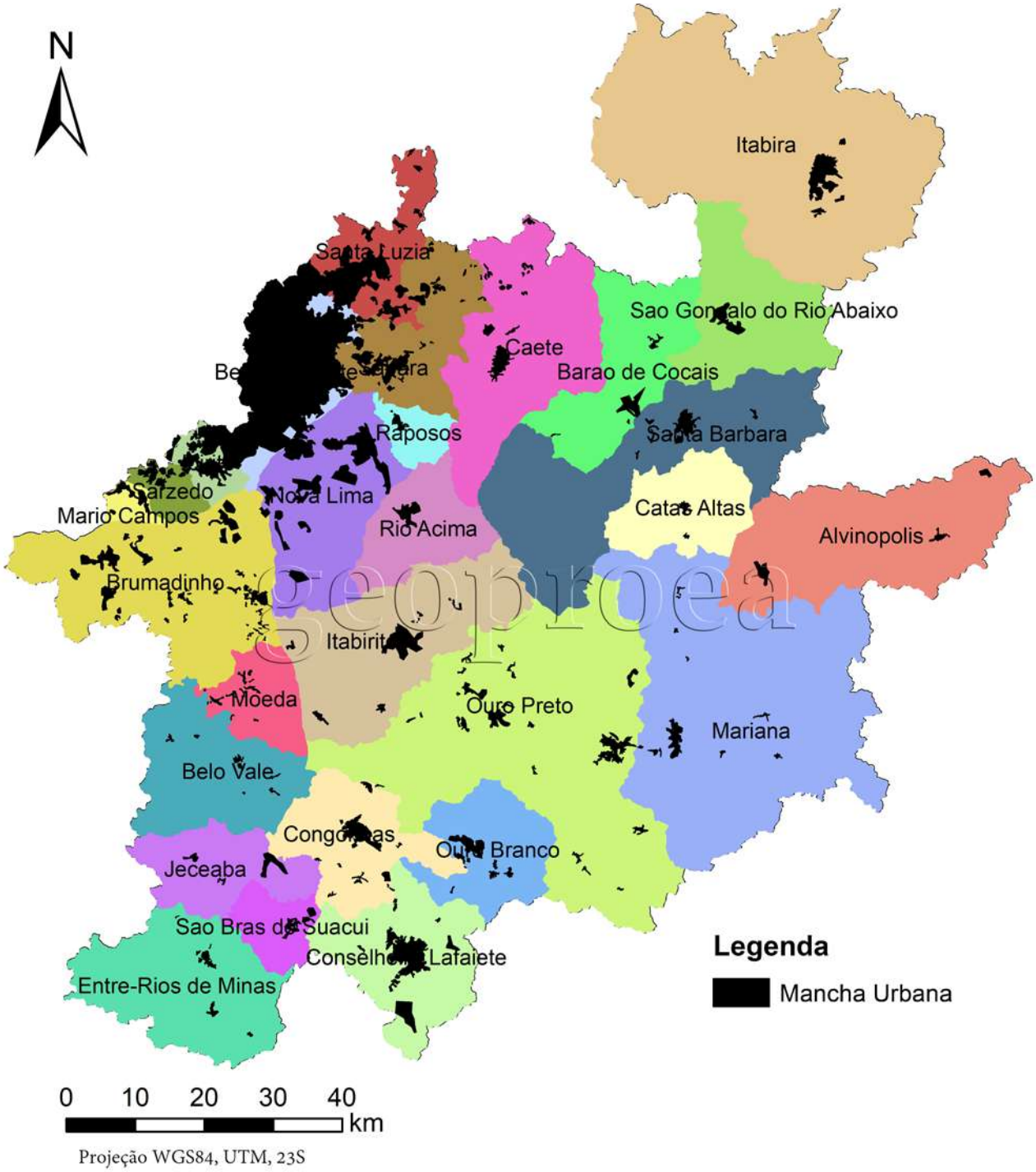
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

MANCHA URBANA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE-2020, DER-MG

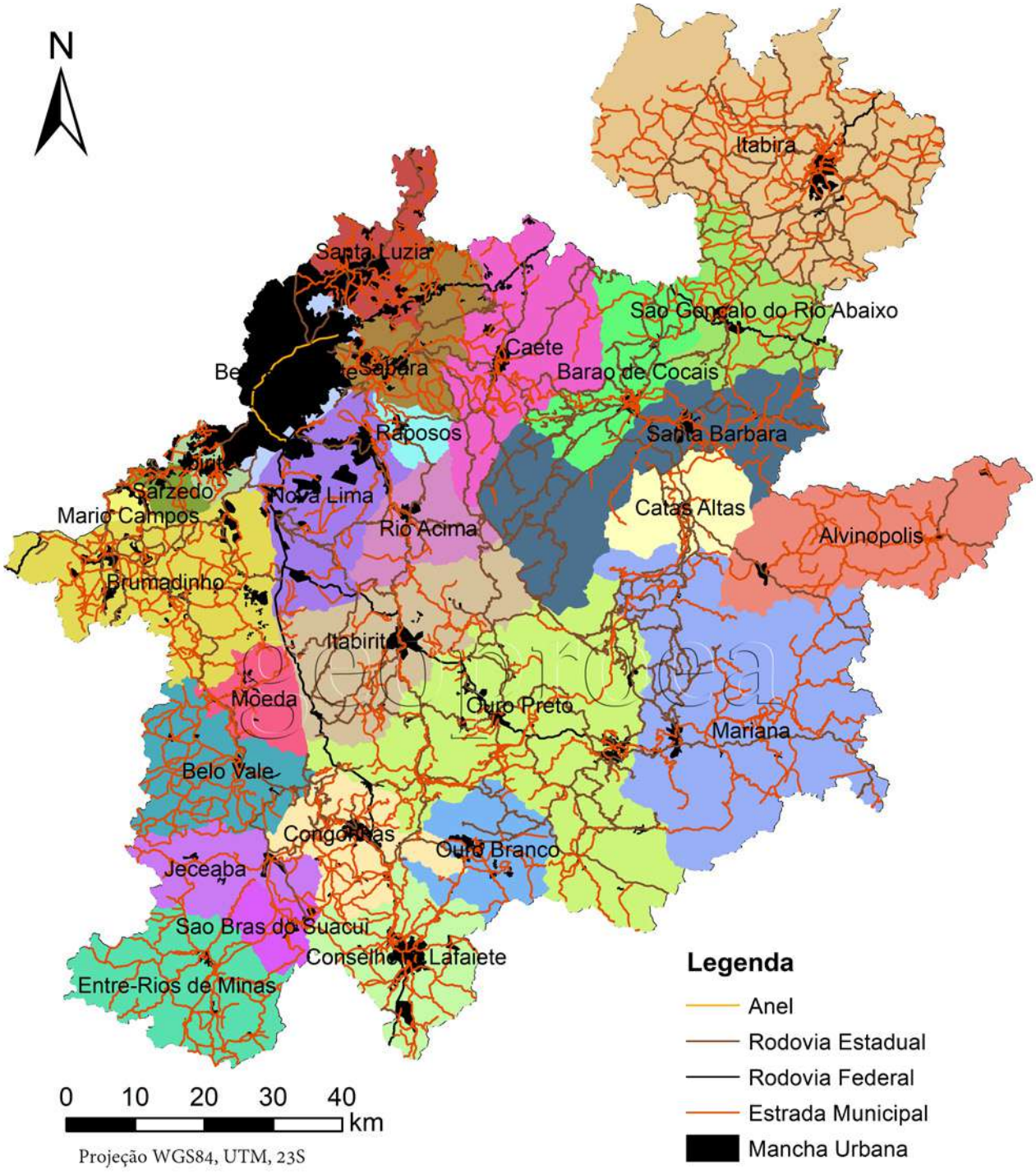
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

SISTEMA VIÁRIO, RODOVIAS, ESTRADAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE-2020, DER-MG

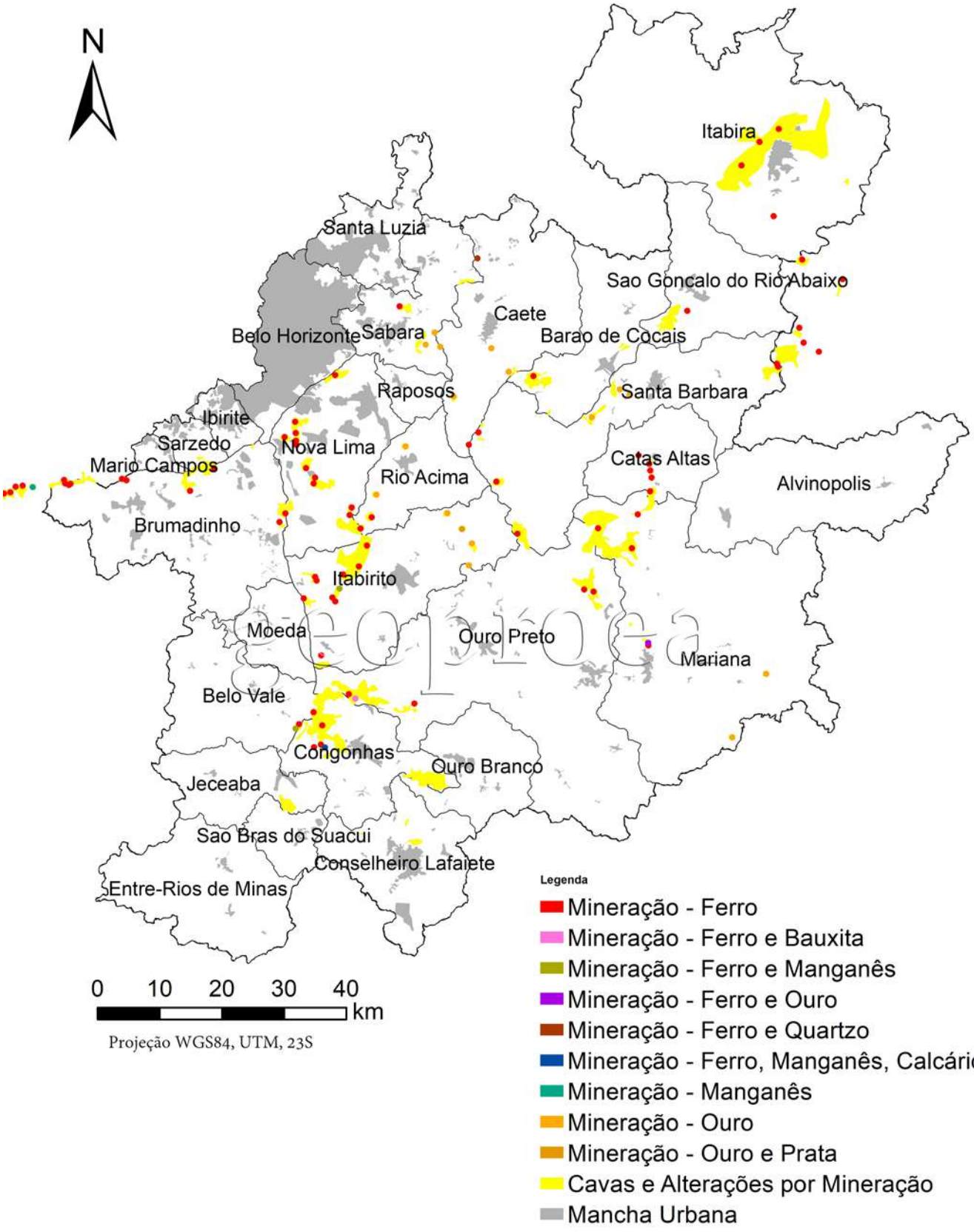
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

MINERAÇÃO
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, DNPM

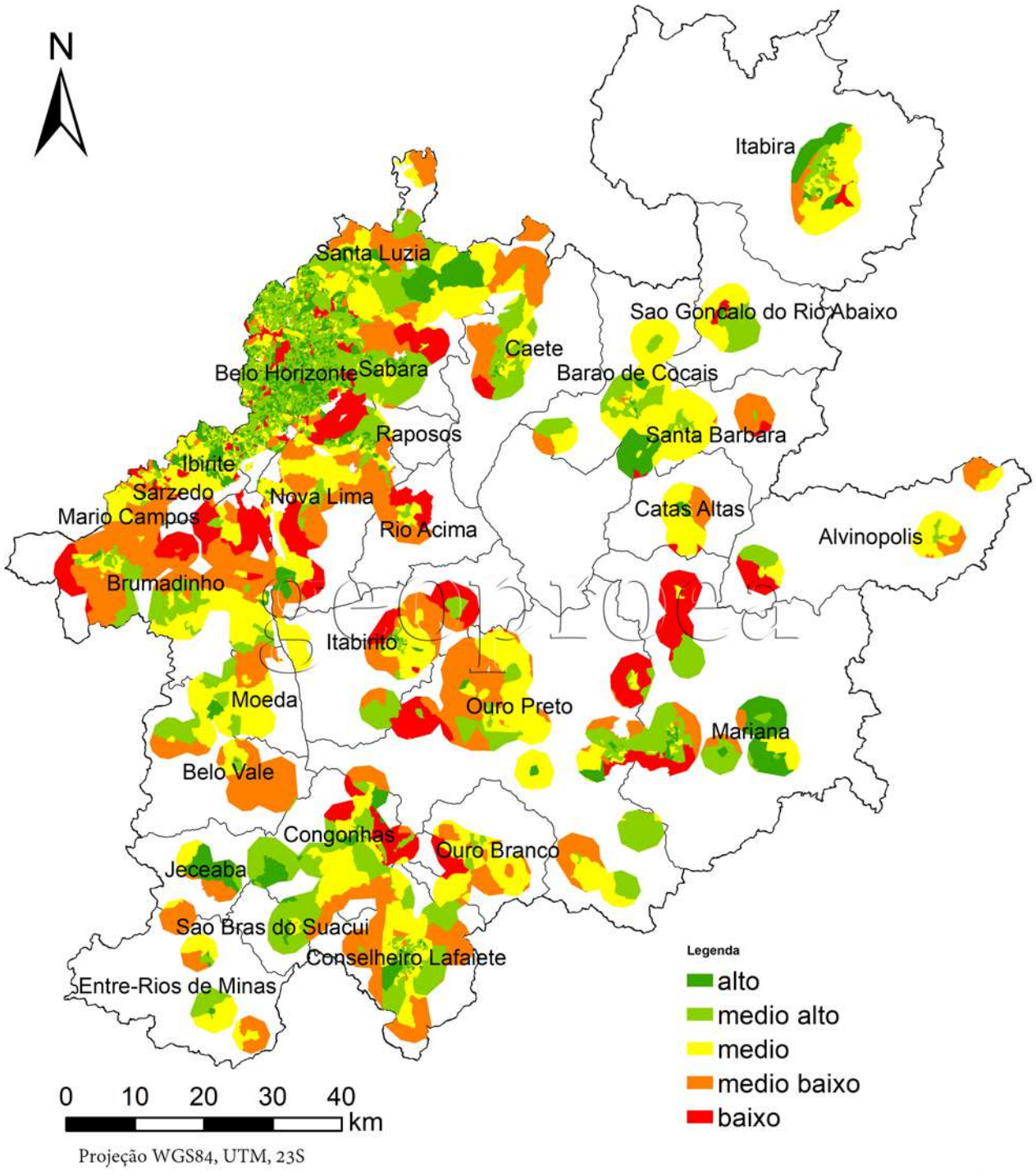
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PERCENTUAL MULHER CHEFE DE FAMÍLIA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



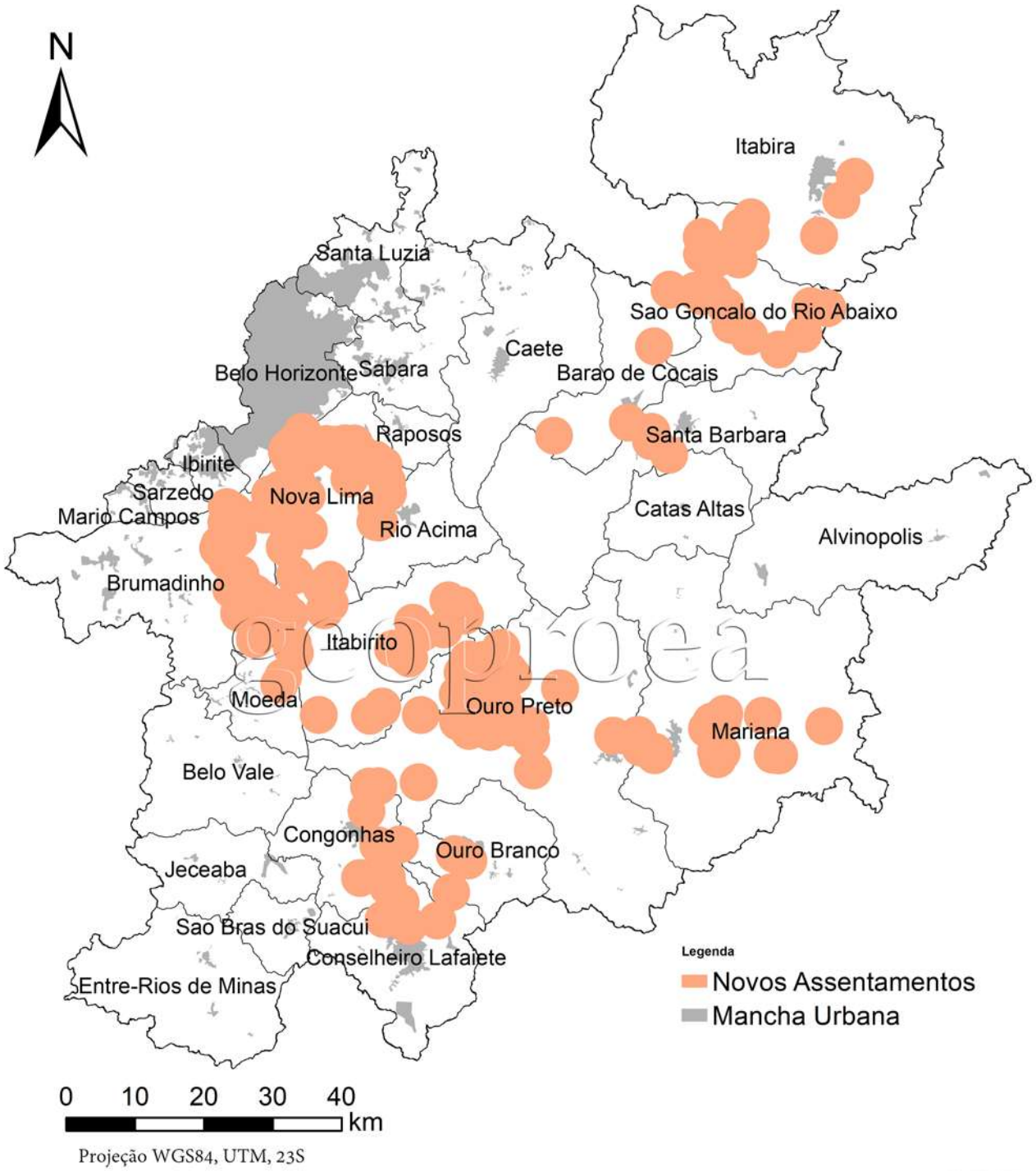
Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

NOVOS ASSENTAMENTOS E MANCHA URBANA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE e Uso e Cobertura do Solo - Embrapa 2015

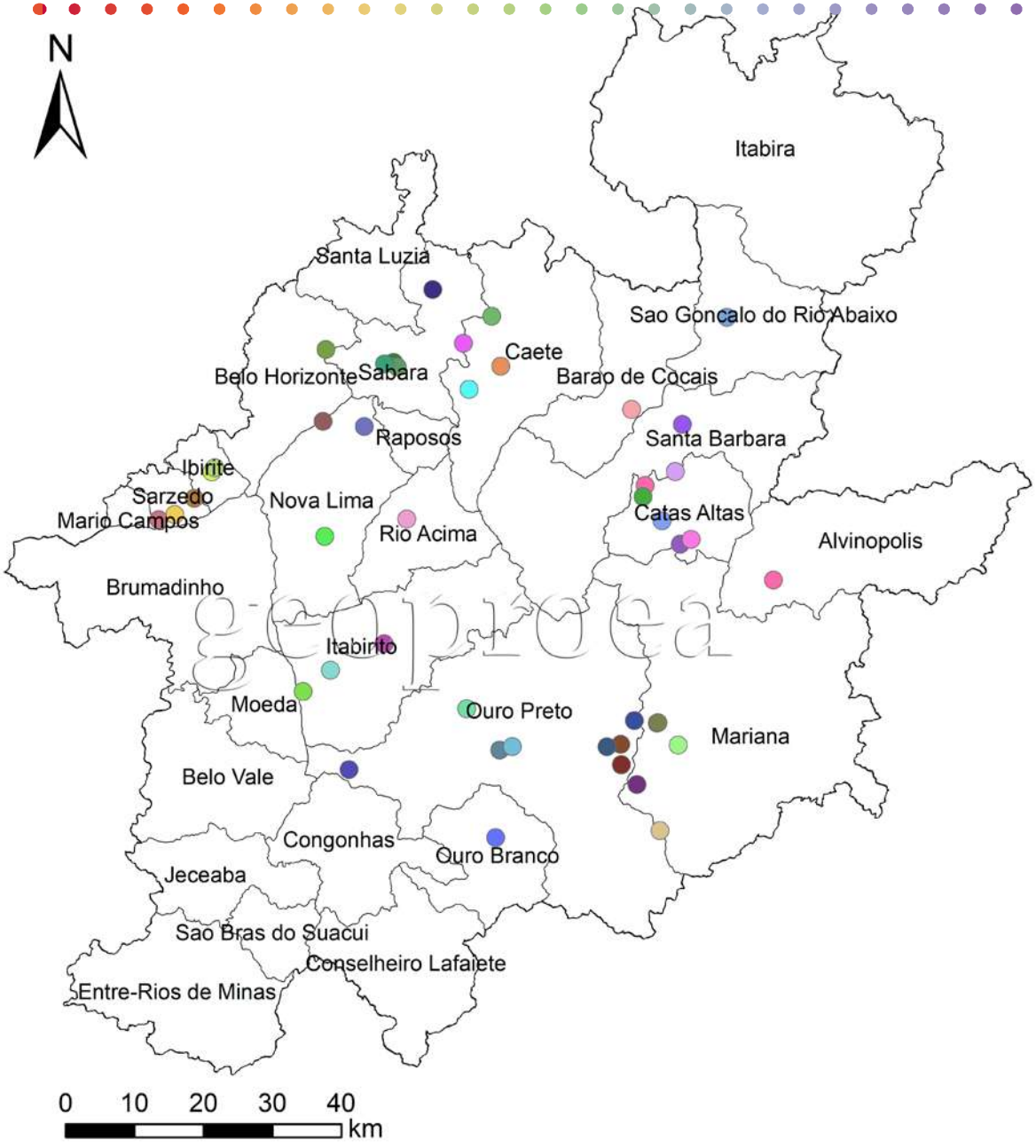
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PATRIMÔNIO ASSOCIADO A MINERAÇÃO
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Projeção WGS84, UTM, 23S

bens

- Antiga Mina Ouro
- Cachoeira Dom Bosco "Cachoeira da Cascata"
- Cachoeira Gogo
- Cachoeira da Usina
- Cachoeira do Fundão
- Cachoreira Capão Bálsamo
- Casa da Intendência (Real Intendência do Ouro)
- Casa de Câmara e Cadeia ou Paço Municipal, à Praça João Pinheiro
- Complexo Ruínas de Gongo Soco
- Complexo do Pico Três Irmãos
- Conjunto Arquitetônico e Urbanístico da Cidade de Mariana / Núcleo Histórico Urbano (1512 unidades)
- Conjunto Arquitetônico e Urbanístico da cidade de Ouro Preto
- Conjunto Natural, Paisagístico e Paleontológico da Bacia do Gandarela (Sítio Gandarela) (3ha)
- Conjunto Paisagístico Arqueológico Morros Santana e Santo Antônio (262,86ha)
- Conjunto Paisagístico da Serra da Piedade (Estadual); Serra da Piedade (Federal)
- Conjunto Paisagístico do Morro de São Francisco
- Conjunto da Estação Ferroviaria
- Cruzeiro Dom Bosco
- Córrego Tamanduá - Mina do Fazendão
- Estação Ferroviária
- Fazenda Campestre
- Fazenda do Viana
- Forte de Brumadinho (Ruínas)
- Lago Mina D'agua
- Mina Alegria – Passagem de Mariana
- Mina Carrancas
- Mina Juca Vieira
- Mina Santa Rita
- Mina Vila Rica
- Mina Vila das Flores
- Mina da Galeria
- Mineração Rola Moça
- Mineração Valemix
- Morro Velho
- Morro da Queimada
- Nascente Córrego do Engenho Seco
- Núcleo Histórico de Ouro Preto
- Núcleo Histórico de Ravena
- Parque Quinta Dos Cristais
- Pedreira Um
- Pico do Itacolomi
- Ribeirão Cardoso
- Ruína de Moinho e Caixa D'água
- Ruínas da Fábrica de Ferro Patriótica
- Serra da Moeda
- Serra do Curral – alinhamento montanhoso da Serra do Curral compreendend
- Serra do Ouro Branco
- Sitio Arqueológico Cemitério dos Ingleses
- Sitio Arqueológico Viracorpos
- Sítio Arqueológico Fazenda Outra Banda
- Sítio Arqueológico Pico de Catas Altas
- Sítio Arqueológico de Aredez
- Sítio Natural Casca Seca/Catas Altas - Região do Quebra Osso
- Sítio Natural Vale do Mel - Morro D'água Quente

Fonte da base cartográfica: IBGE e Uso e Cobertura do Solo - Embrapa 2015

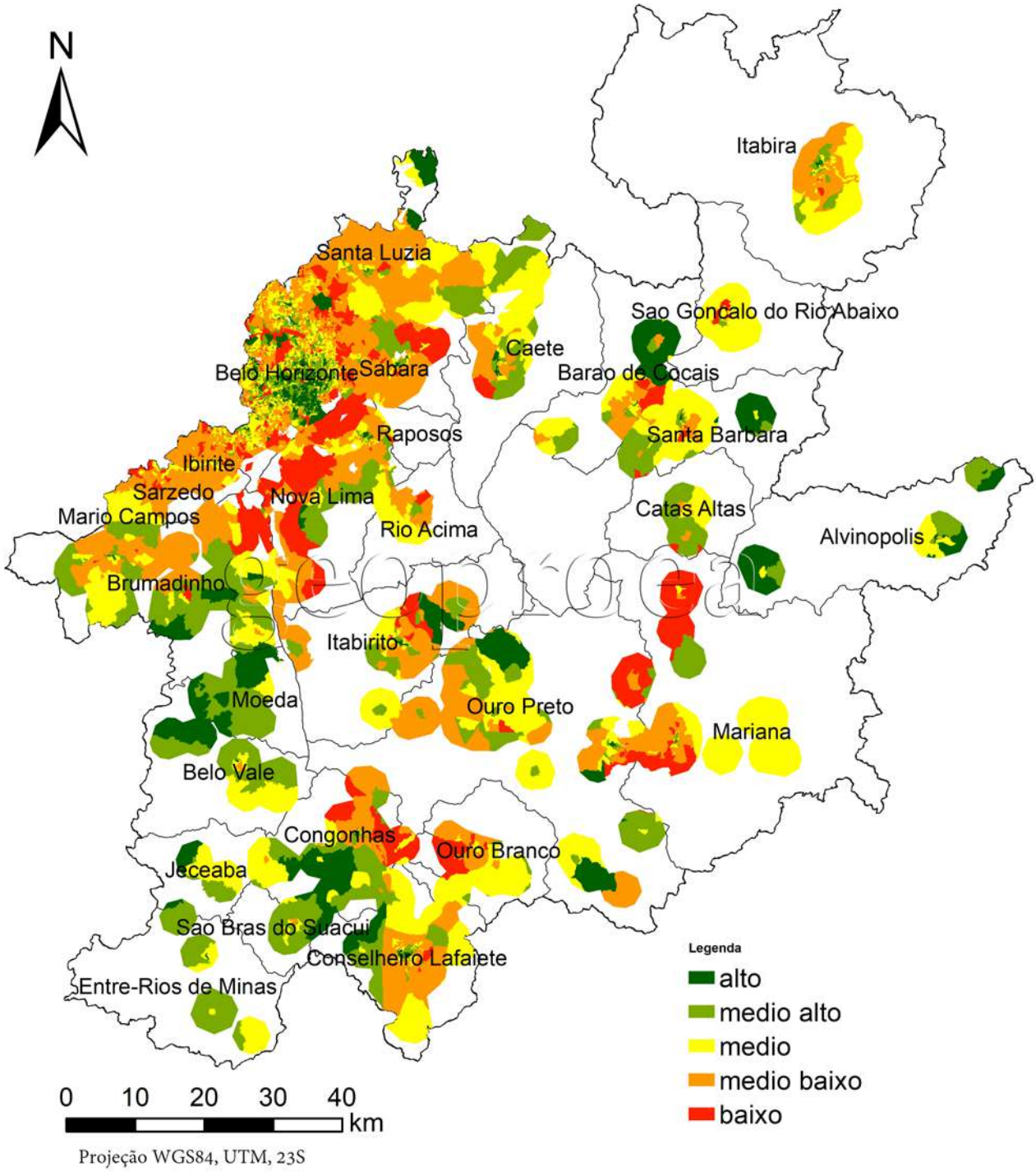
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PERCENTUAL DE IDOSOS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG

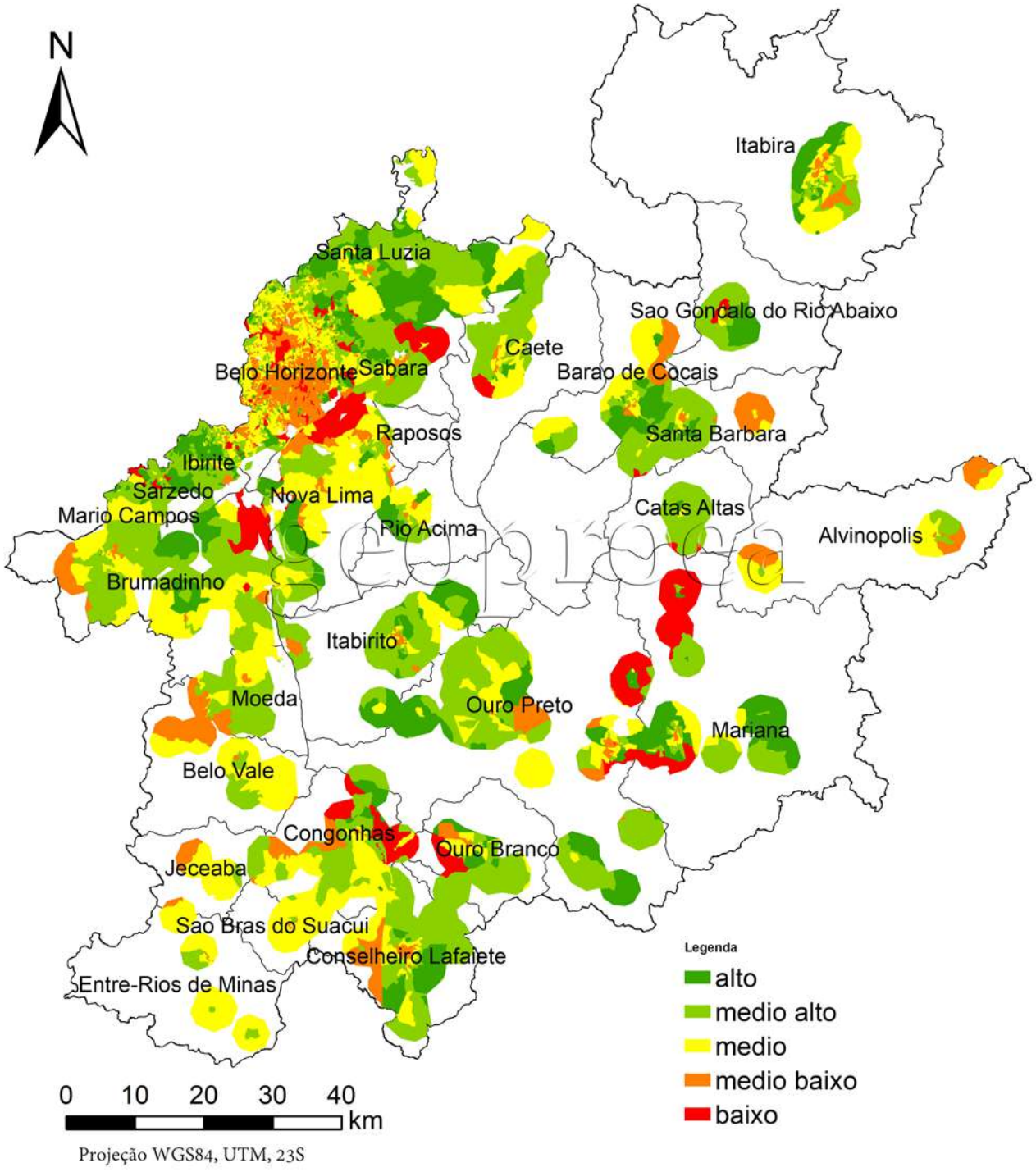


Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.
havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PERCENTUAL DE JOVENS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



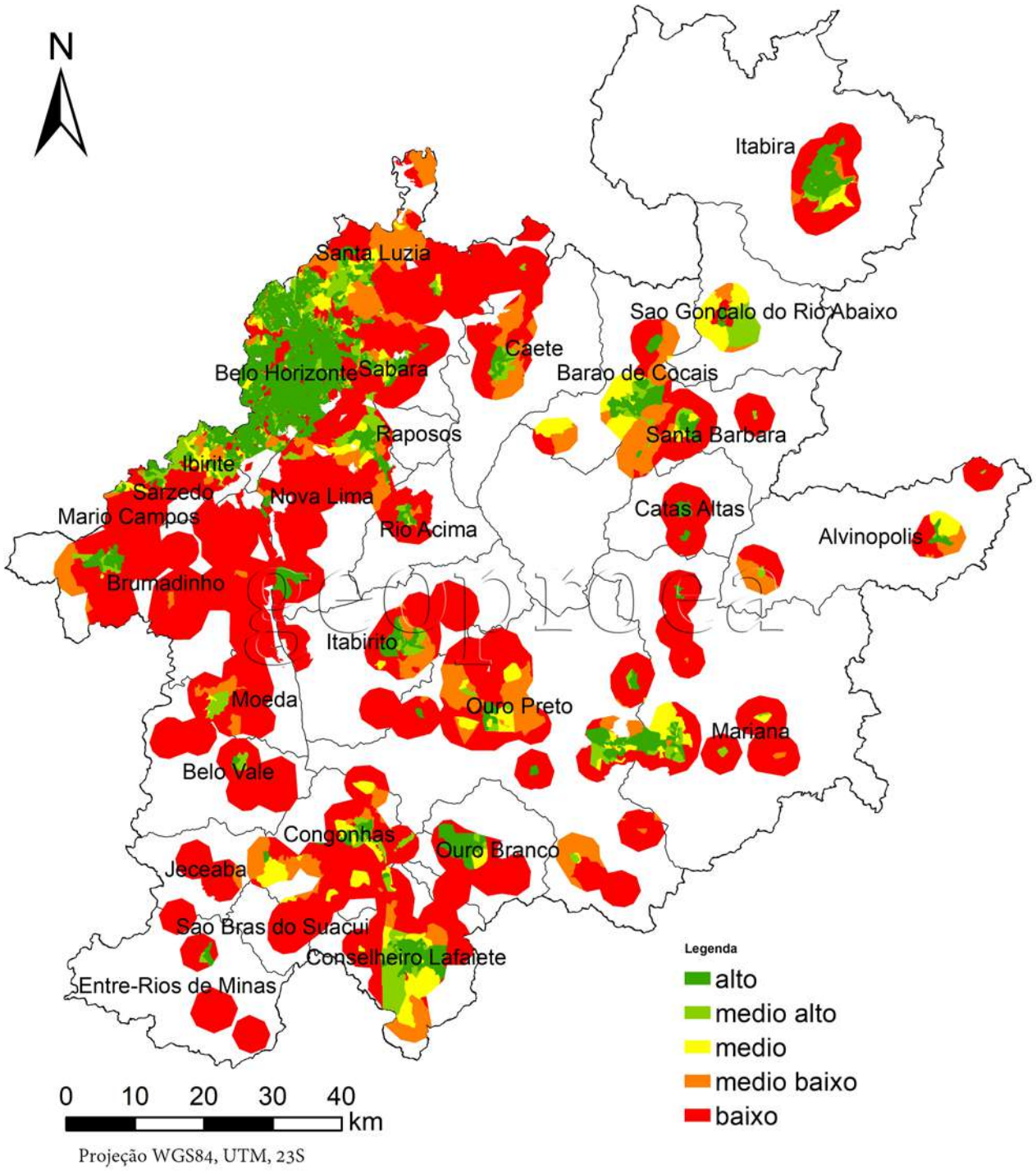
Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PERCENTUAL REDE DE ESGOTO
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



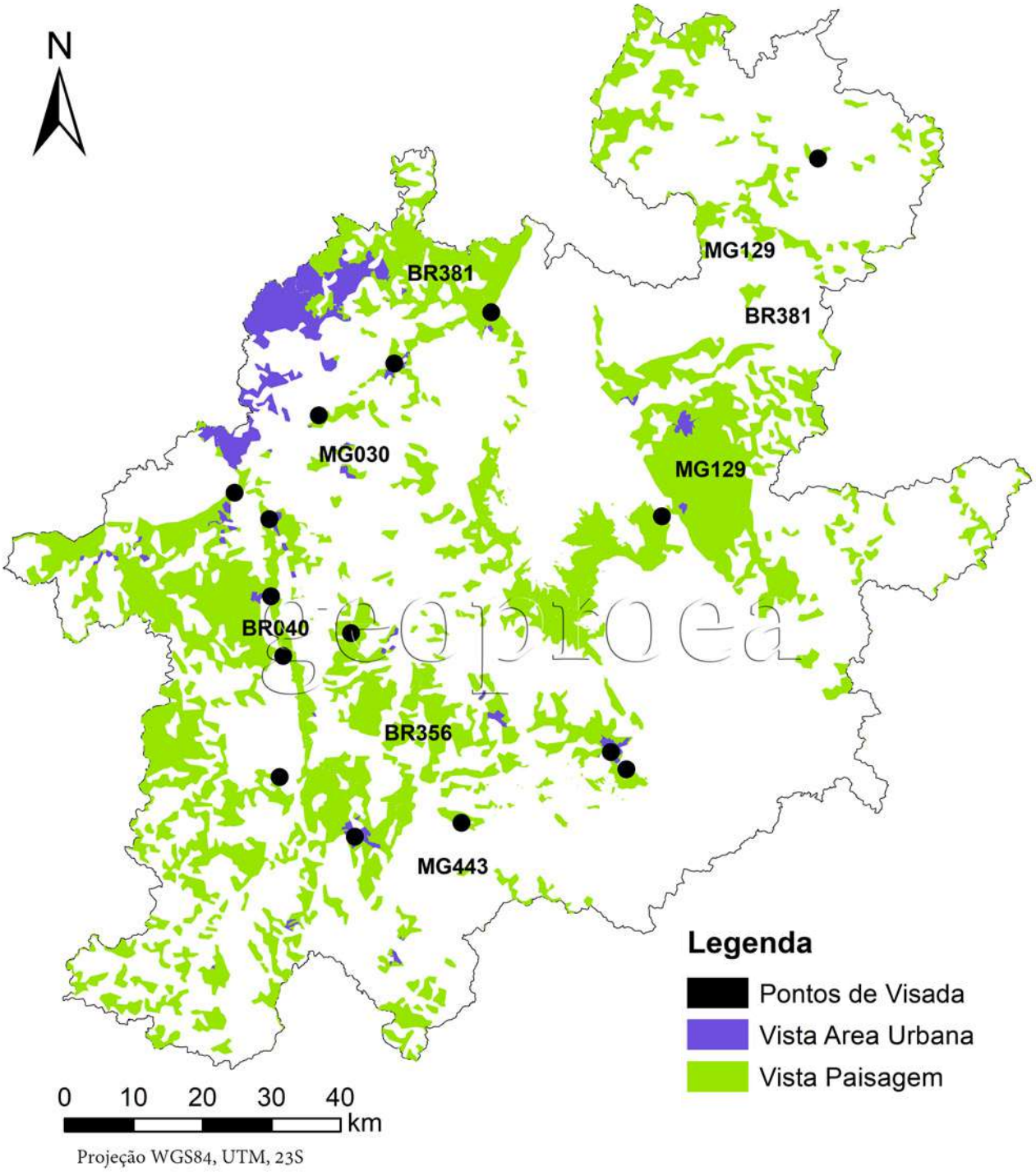
Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PONTOS E CAMPOS DE VISADA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: Imagem DEM Alos Palsar

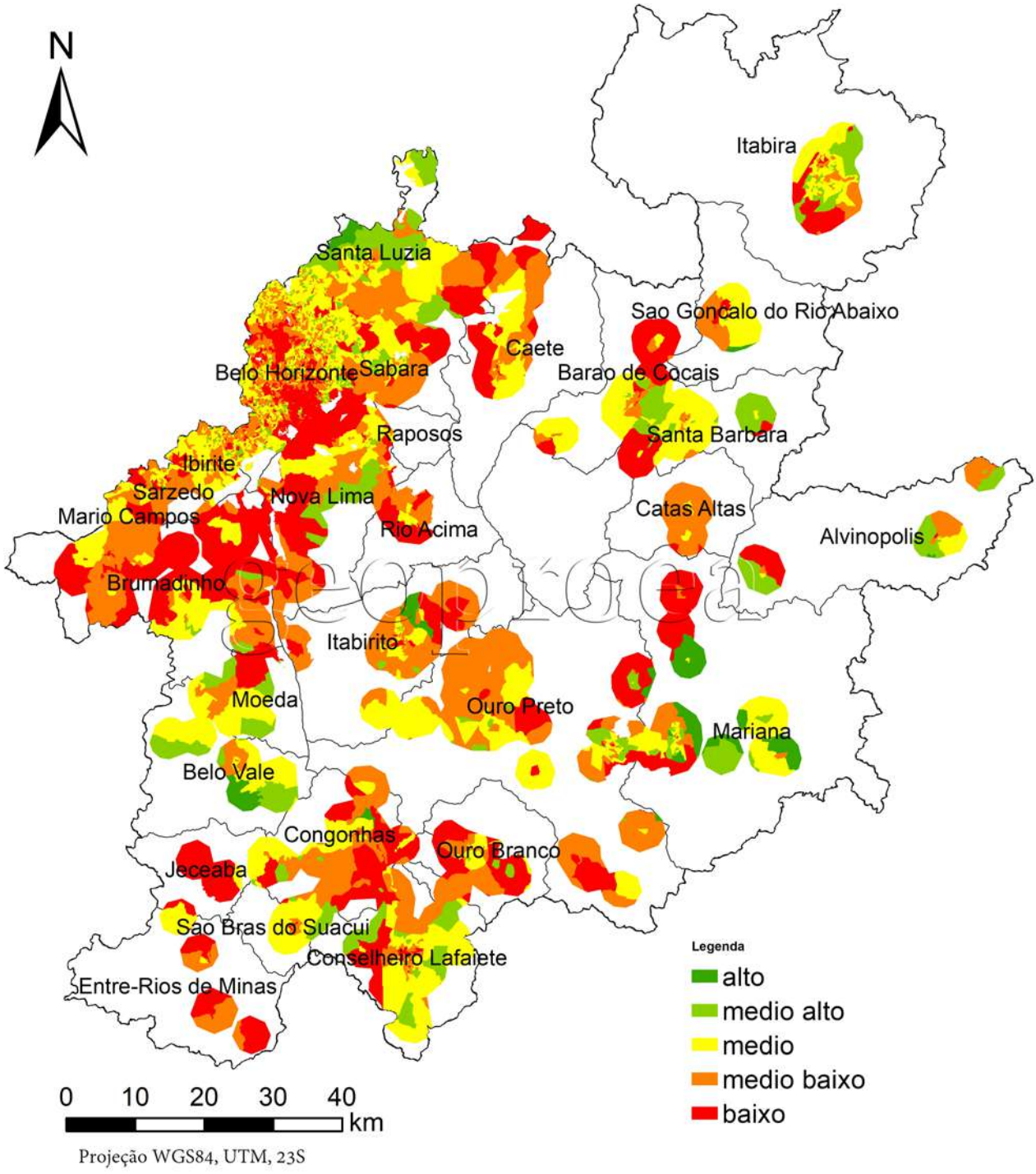
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PRESENÇA DE POPULAÇÃO PRETA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG

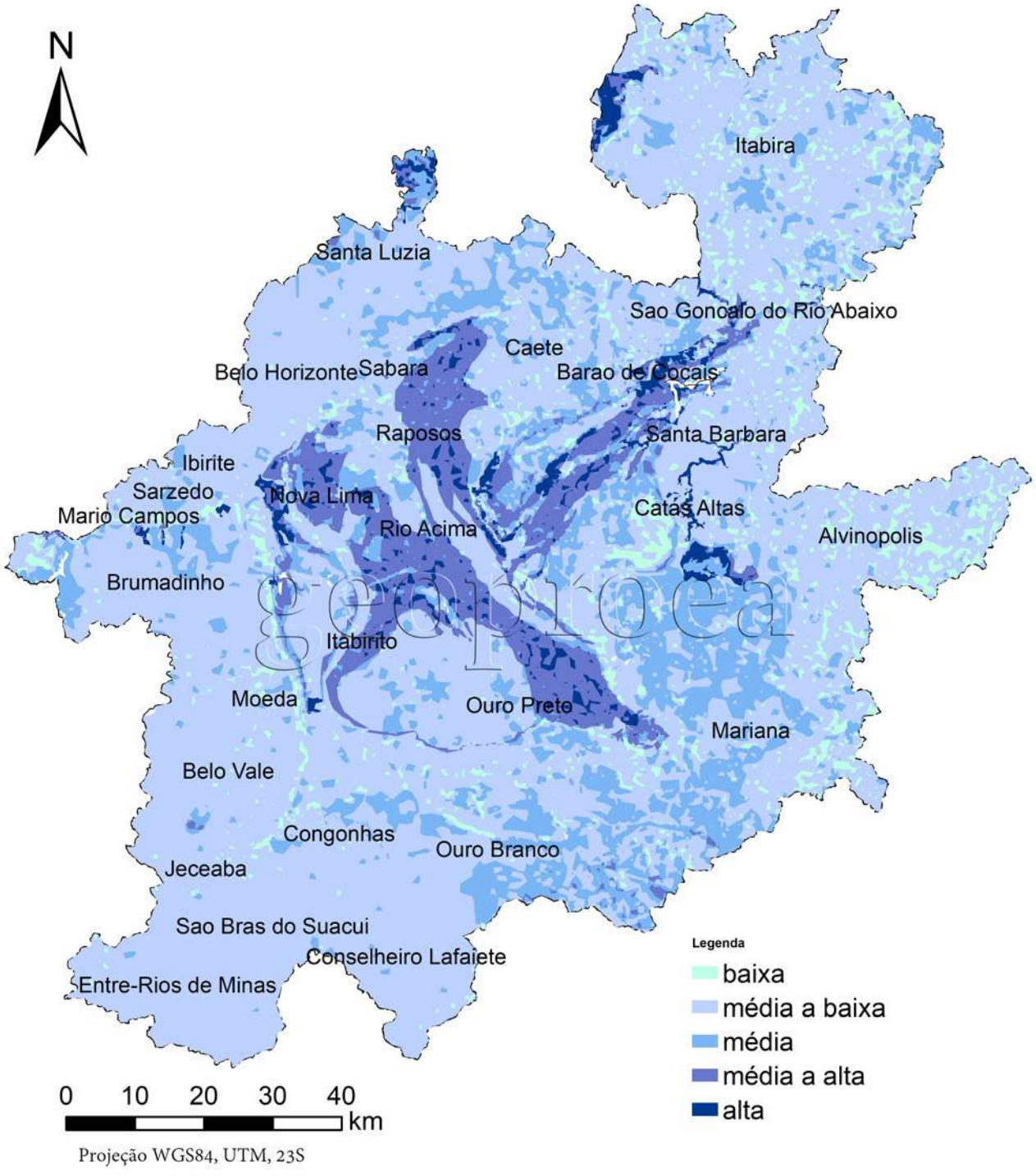


Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.
havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

POTENCIAL DE RECARGA AQUÍFERA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, ANA, IGAM

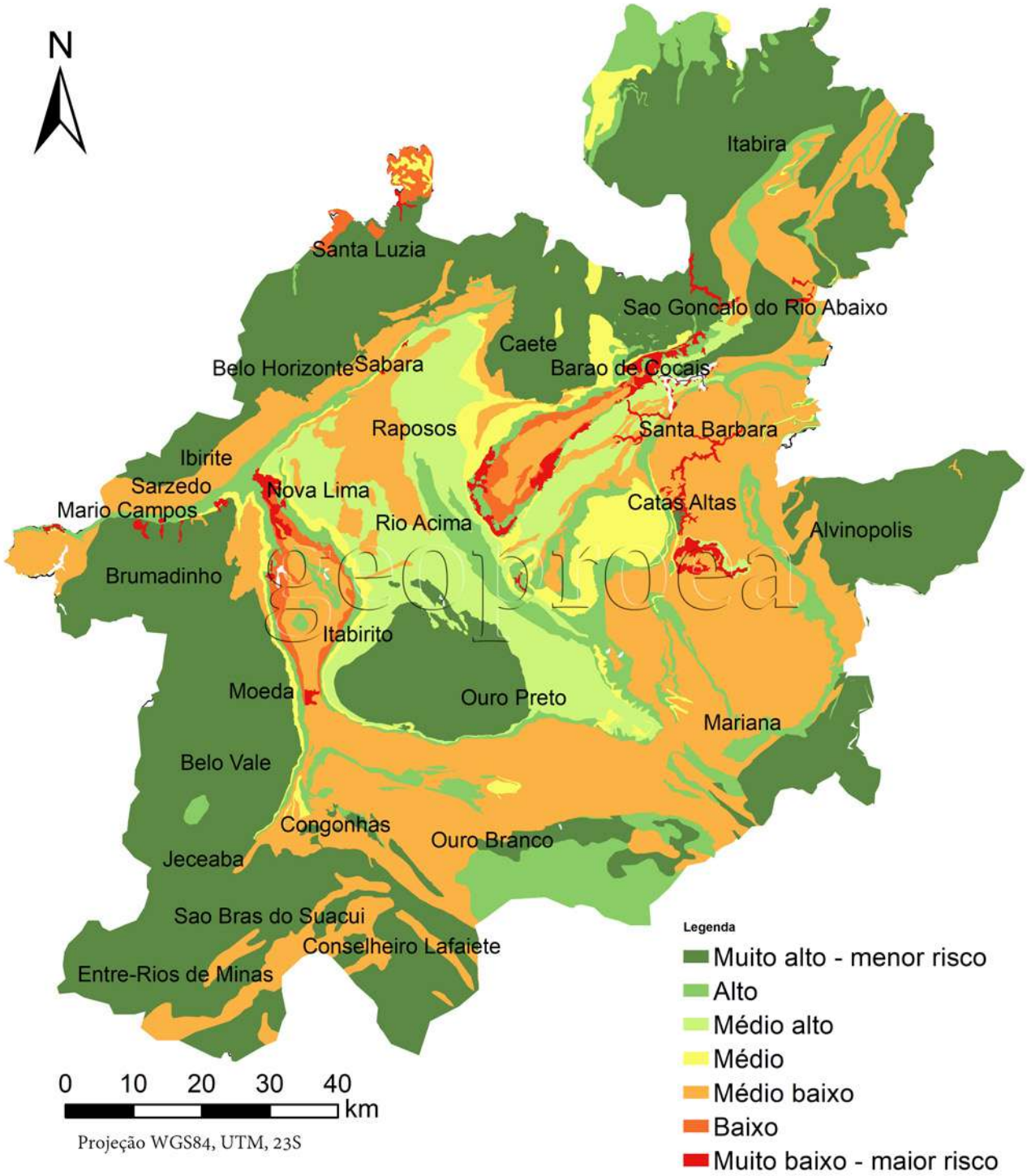
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

POTENCIAL DE USO QUANTO AO RISCO GEOLÓGICO - QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, CPRM, PARIZZI

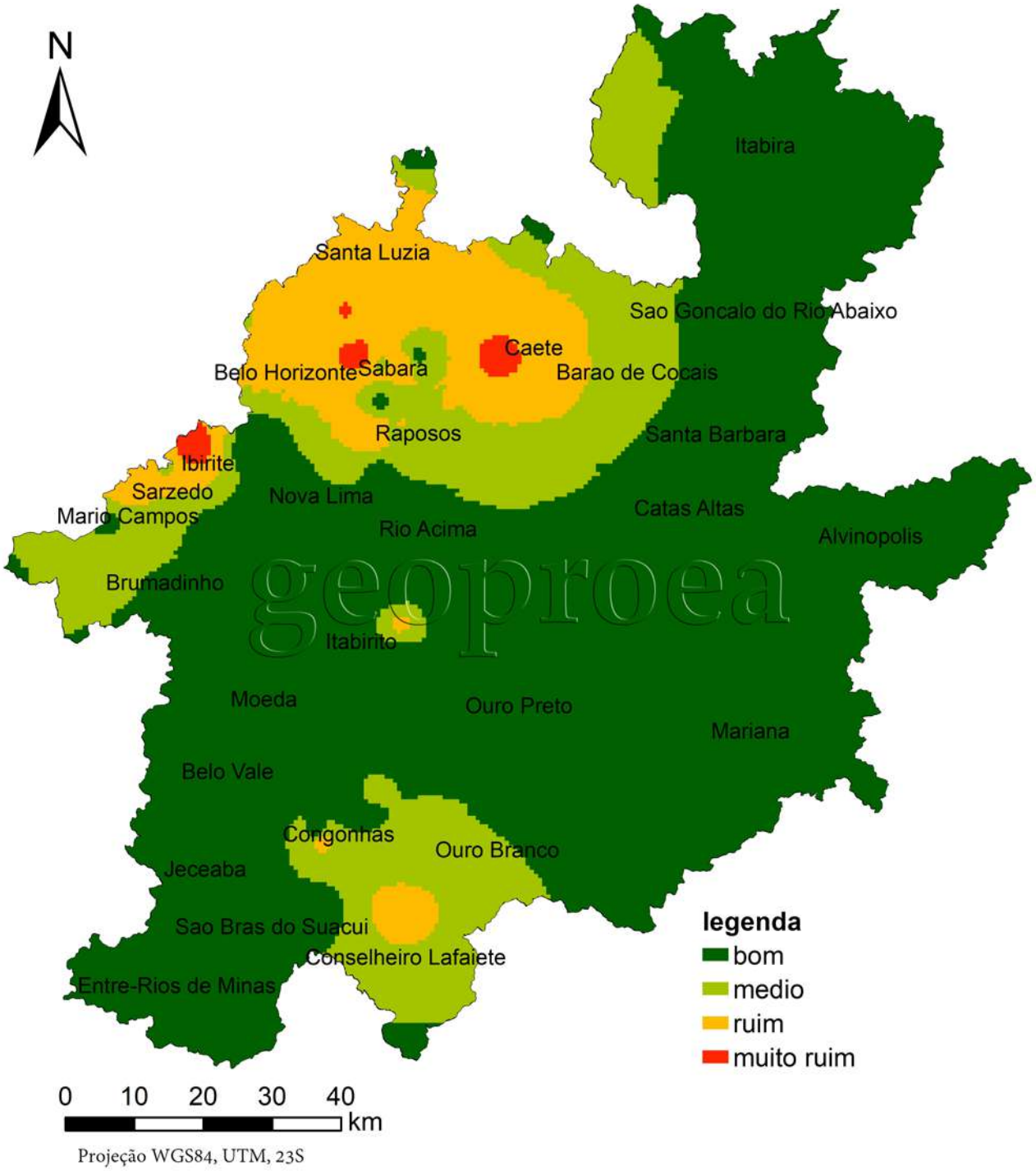
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

IQA - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, ANA, IGAM

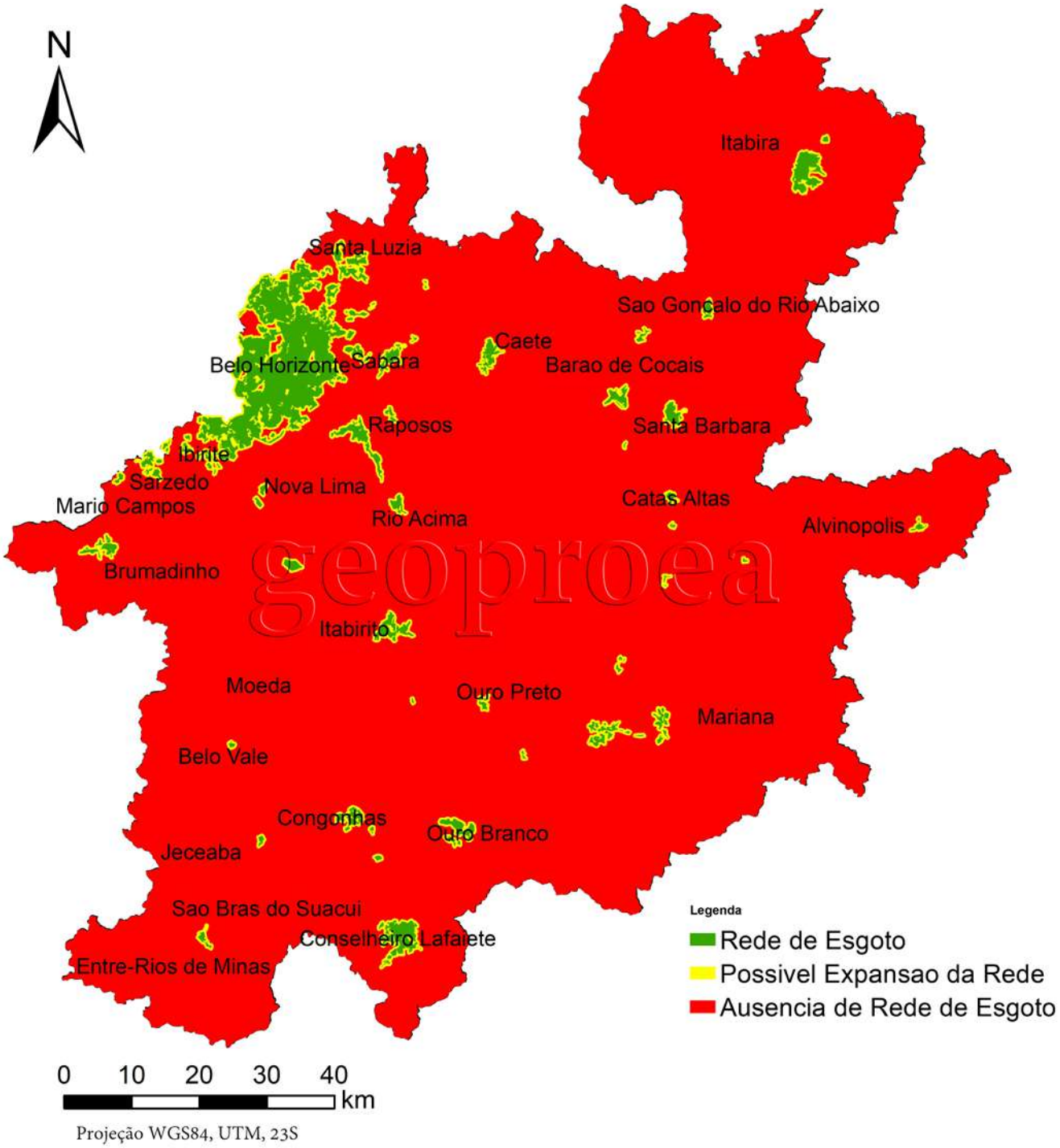
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

REDE DE ESGOTO
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



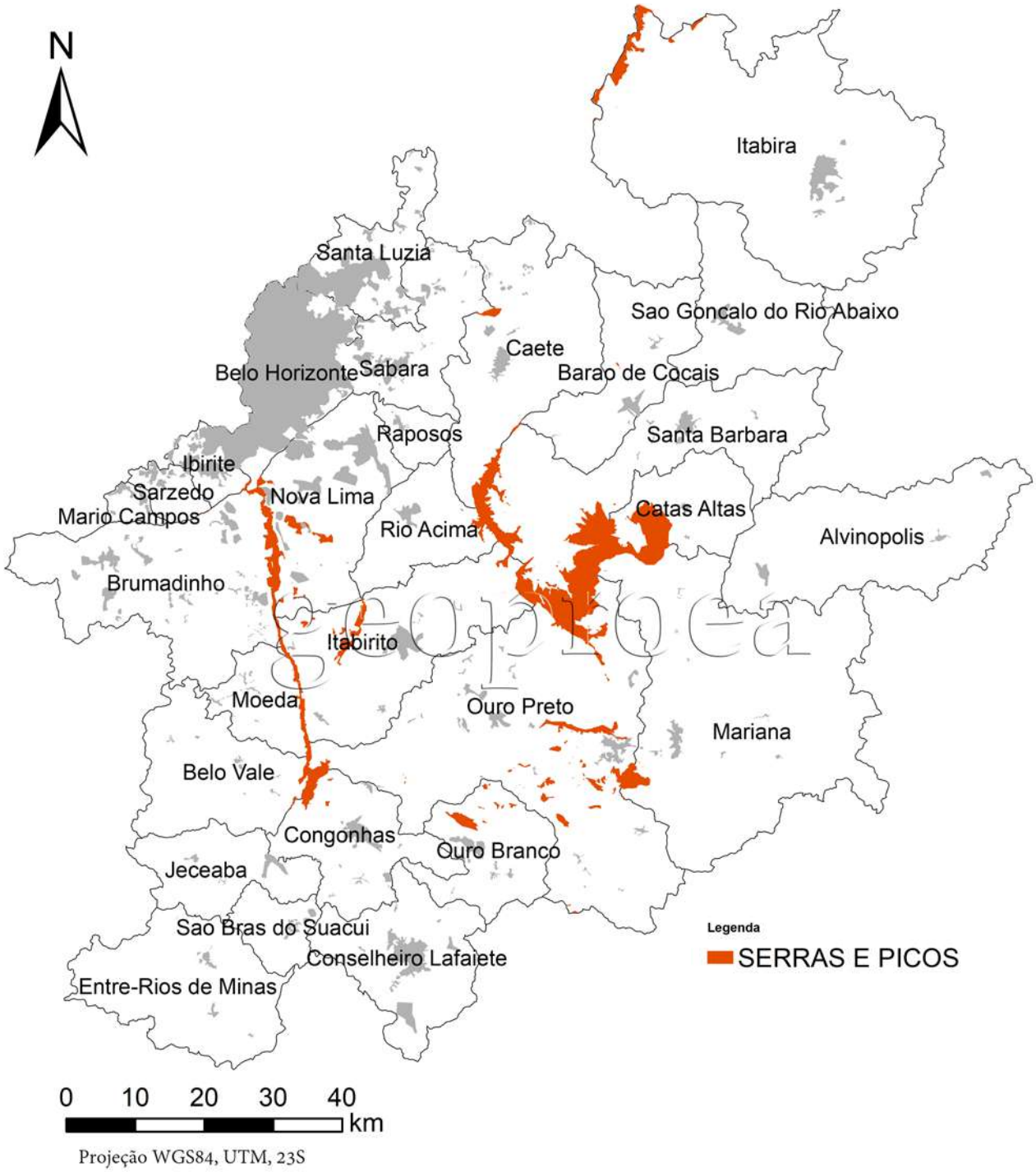
Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

REFERENCIAL TOPOGRÁFICO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, ICMBIO, INDE

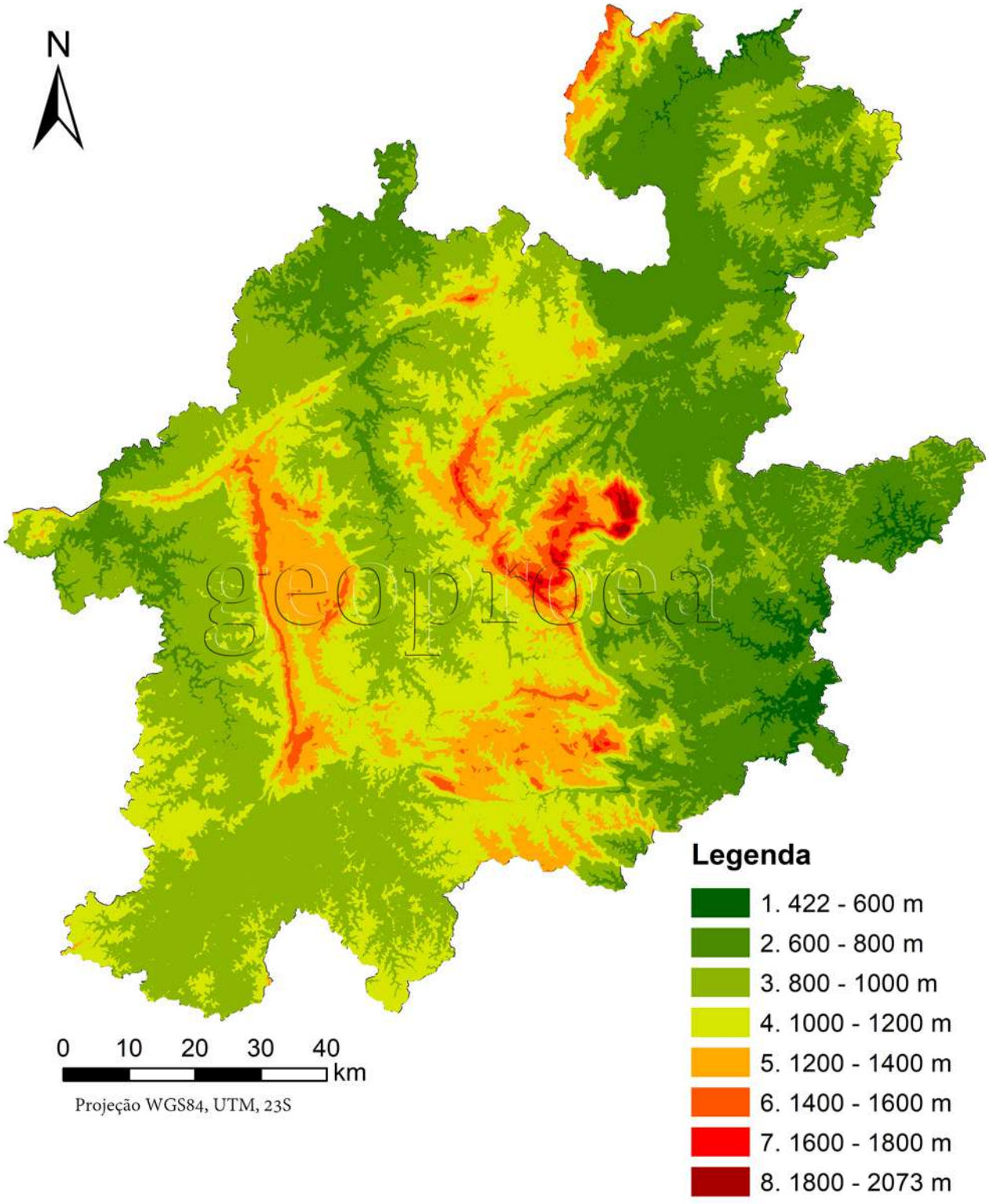
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

RELEVO - ALTIMETRIA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE-2020, Imagem DEM Alos Palsar

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

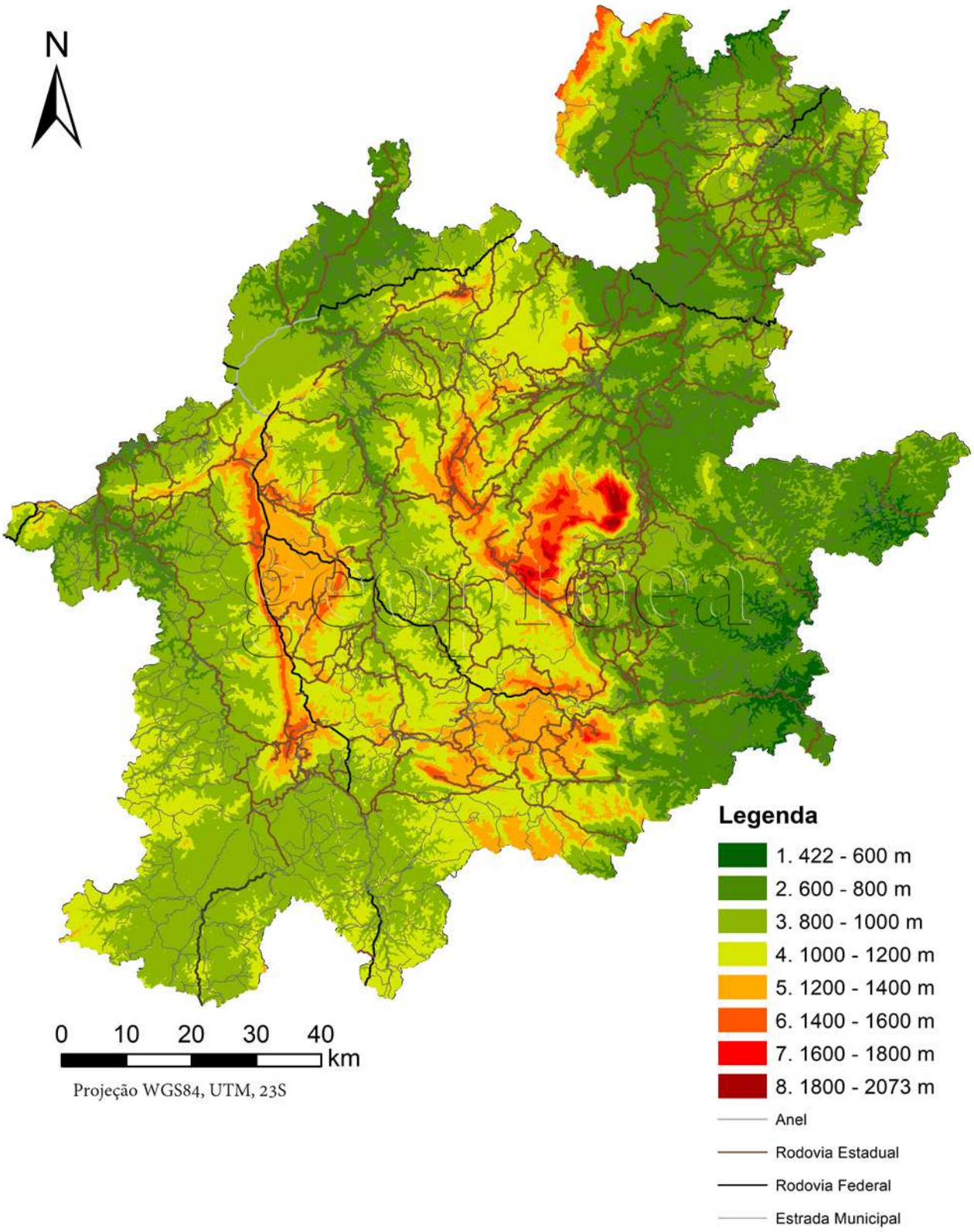
EA UFMG GEOPROCESSAMENTO

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

RELEVO - ALTIMETRIA E ESTRADAS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE-2020, Imagem DEM Alos Palsar

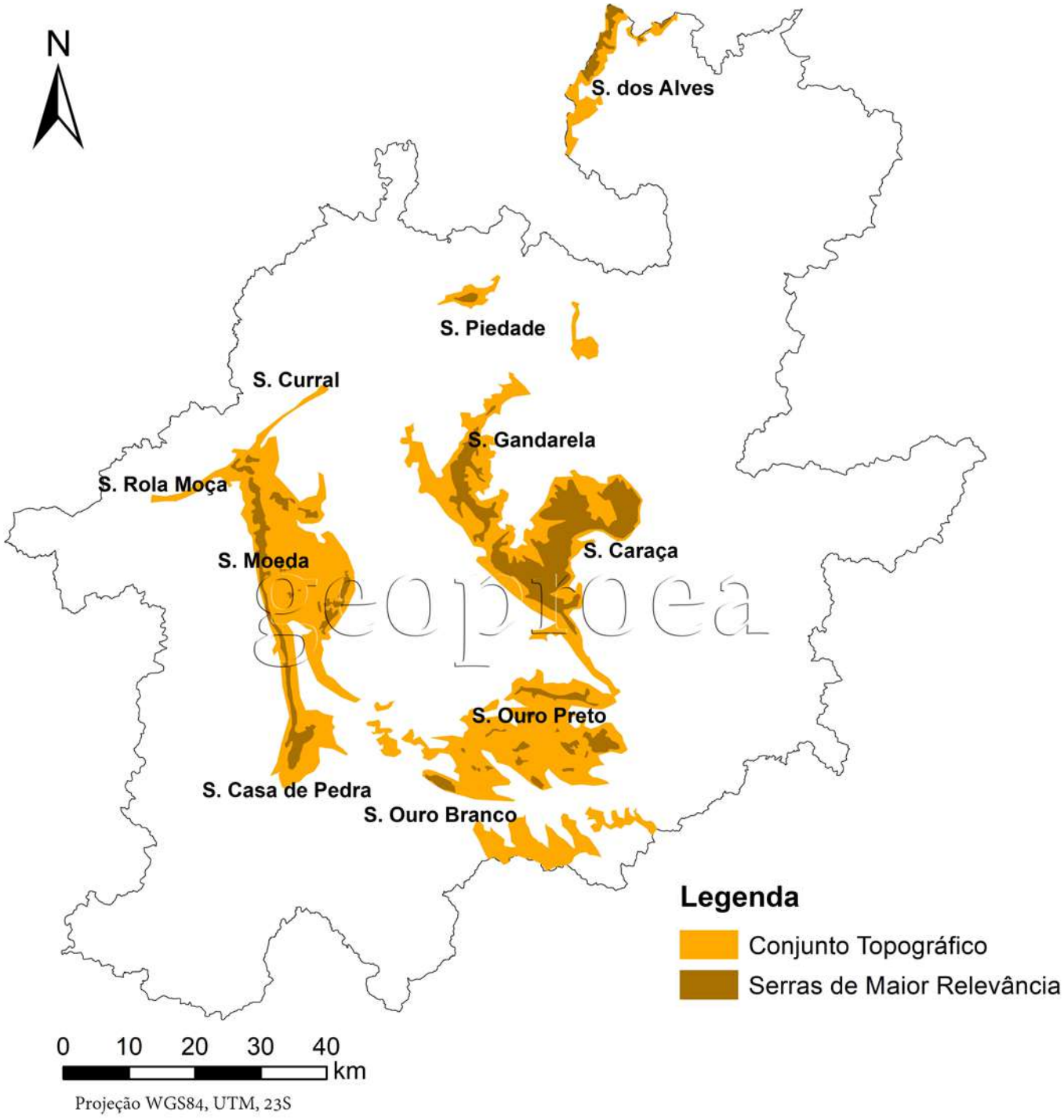
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

RELEVO - SERRAS PRINCIPAIS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE-2020, Imagem DEM Alos Palsar

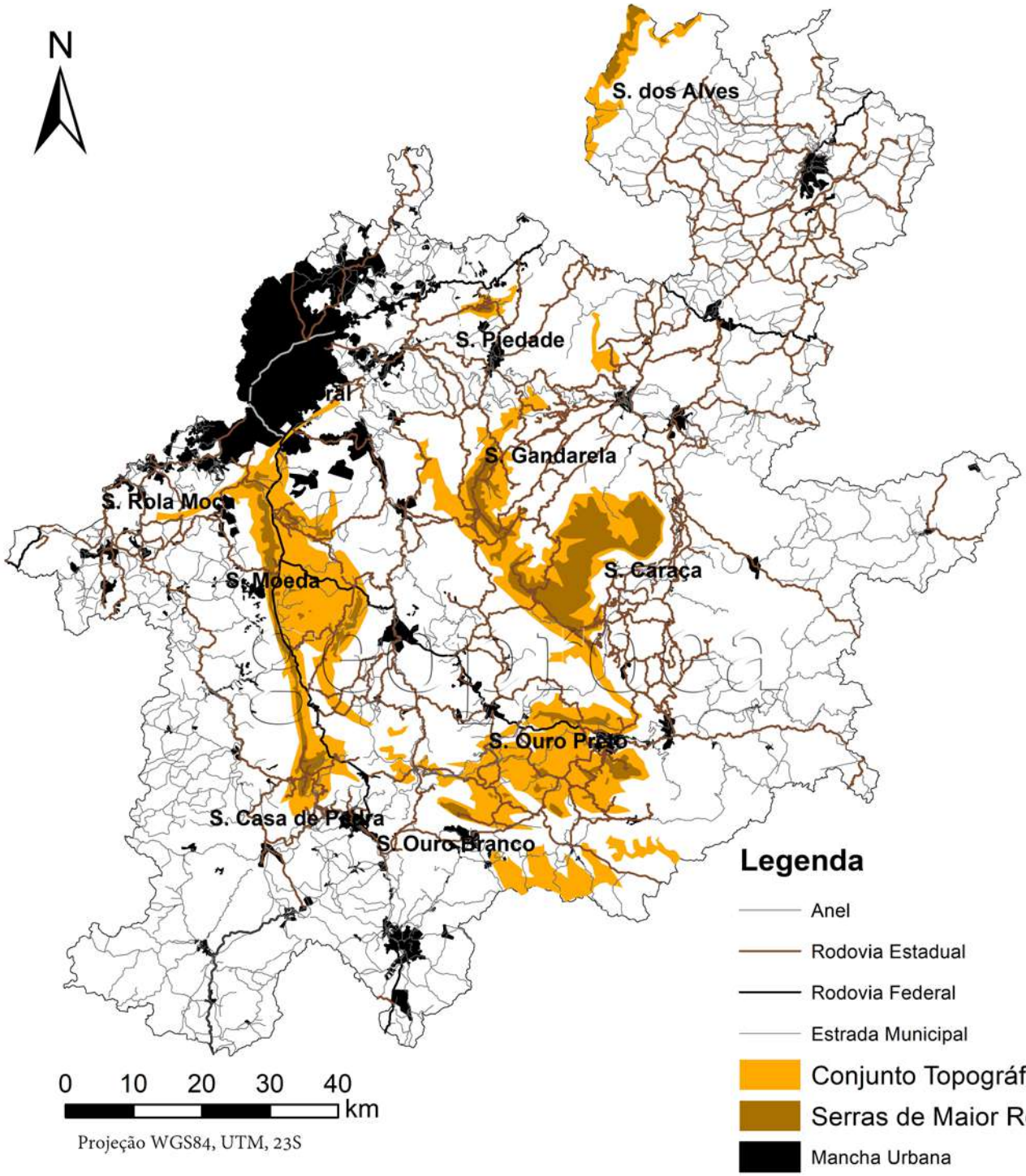
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

RELEVO - SERRAS PRINCIPAIS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE-2020, Imagem DEM Alos Palsar

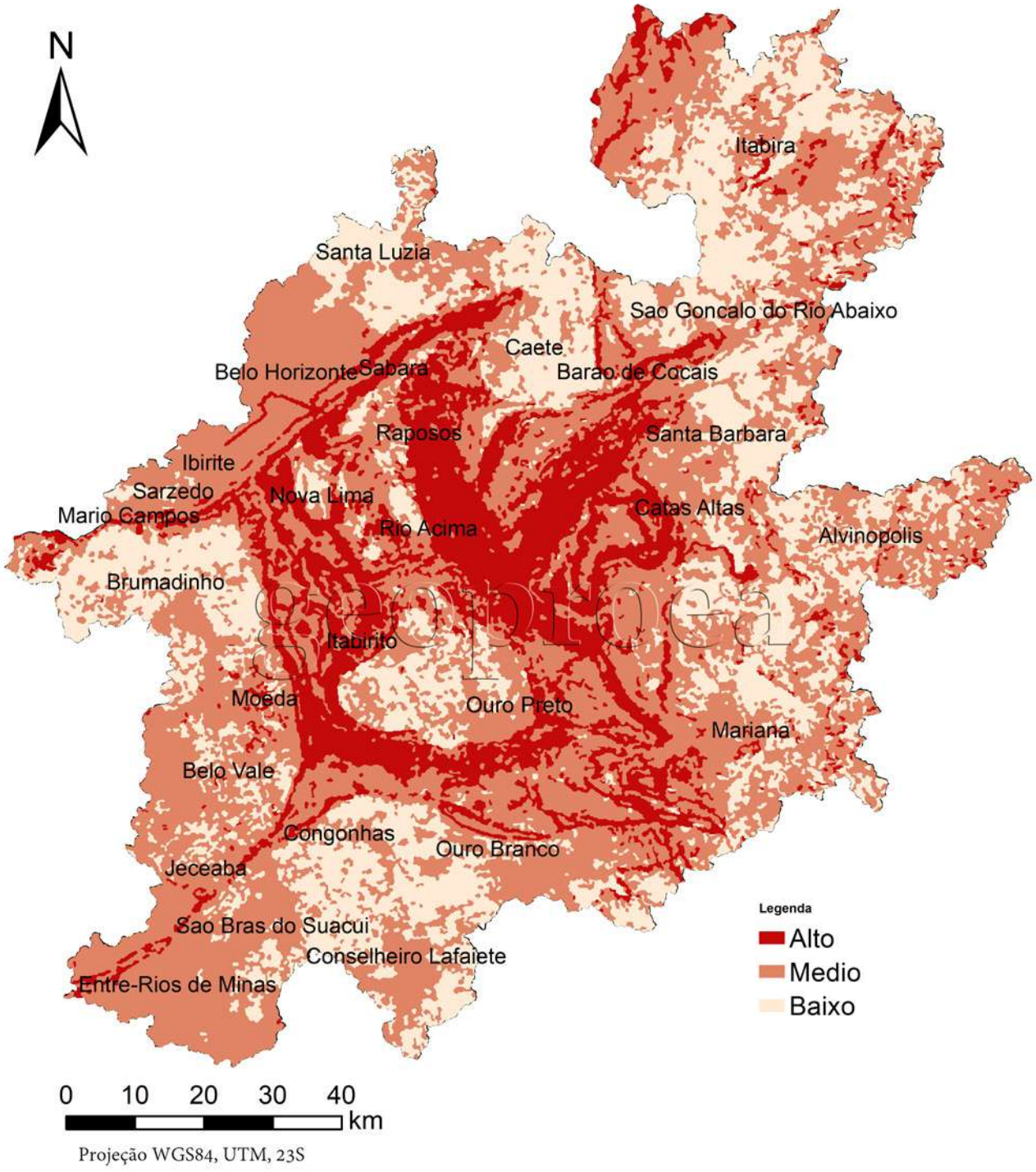
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

RISCO GEOMORFOLÓGICO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



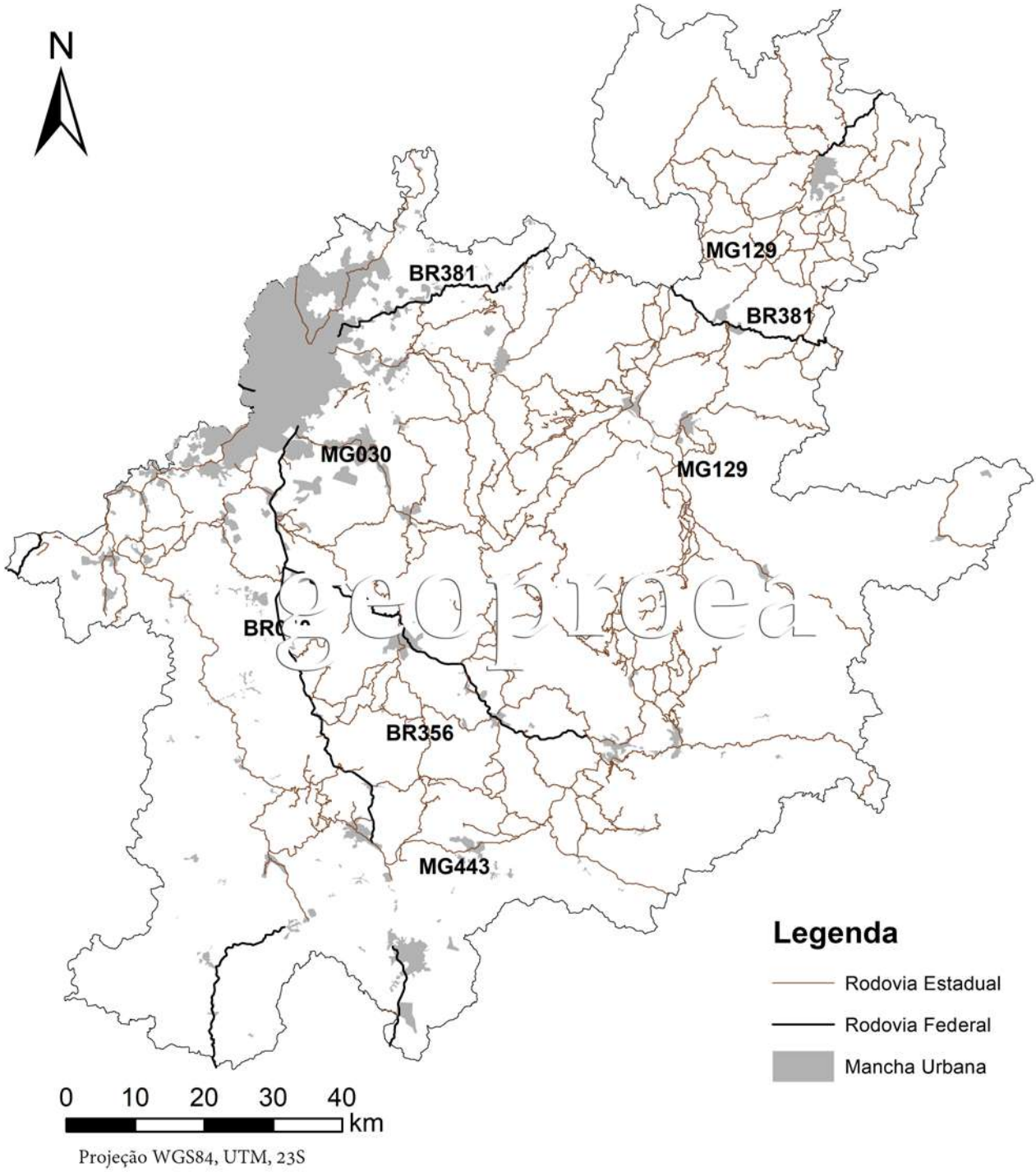
Fonte da base cartográfica: IBGE, Imagem DEM Alos Palsar, CPRM

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

RODOVIAS E ESTRADAS PRINCIPAIS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE-2020, DER-MG

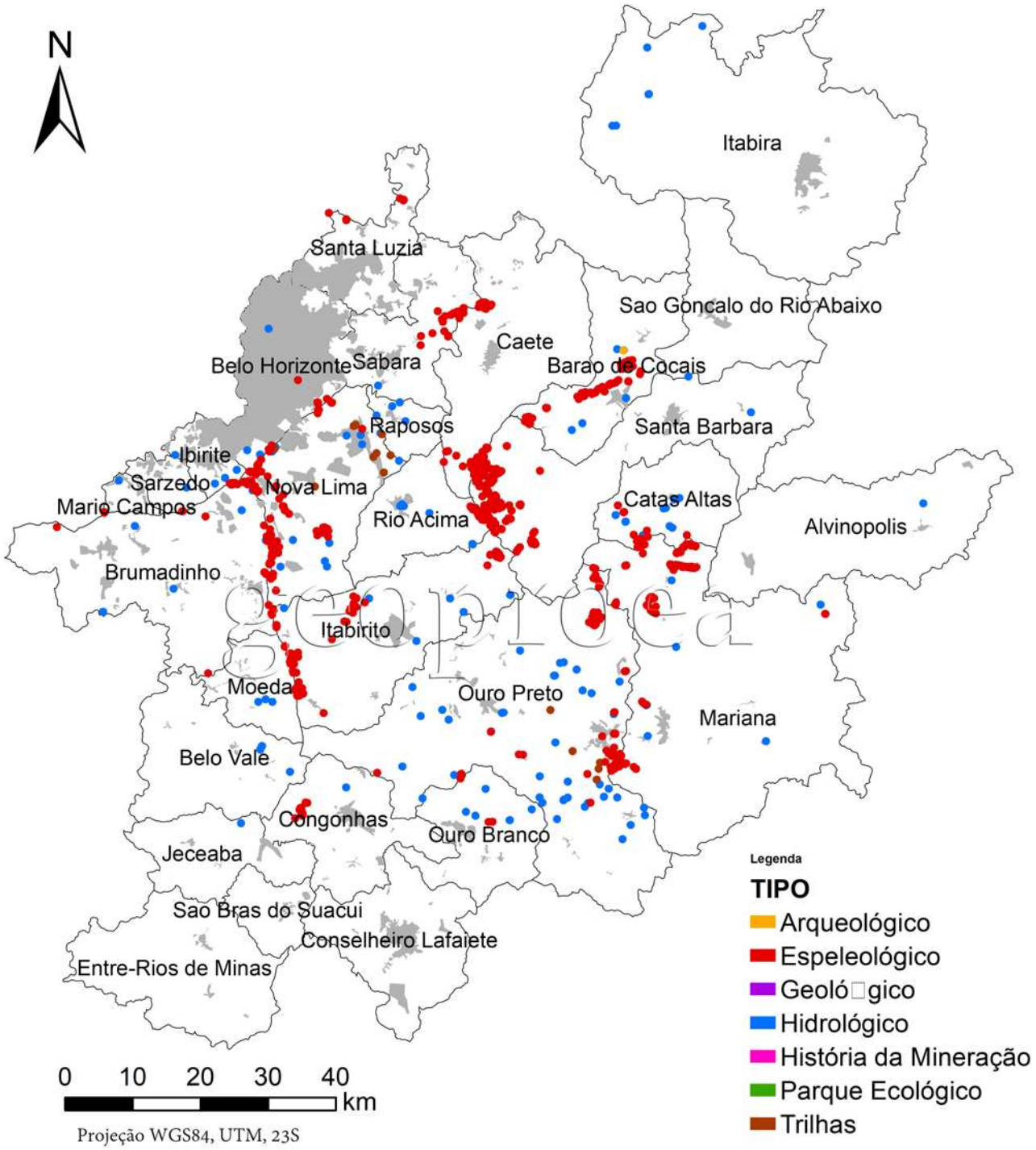
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

SÍTIOS DE VALOR TURÍSTICO
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, ICMBIO, INDE

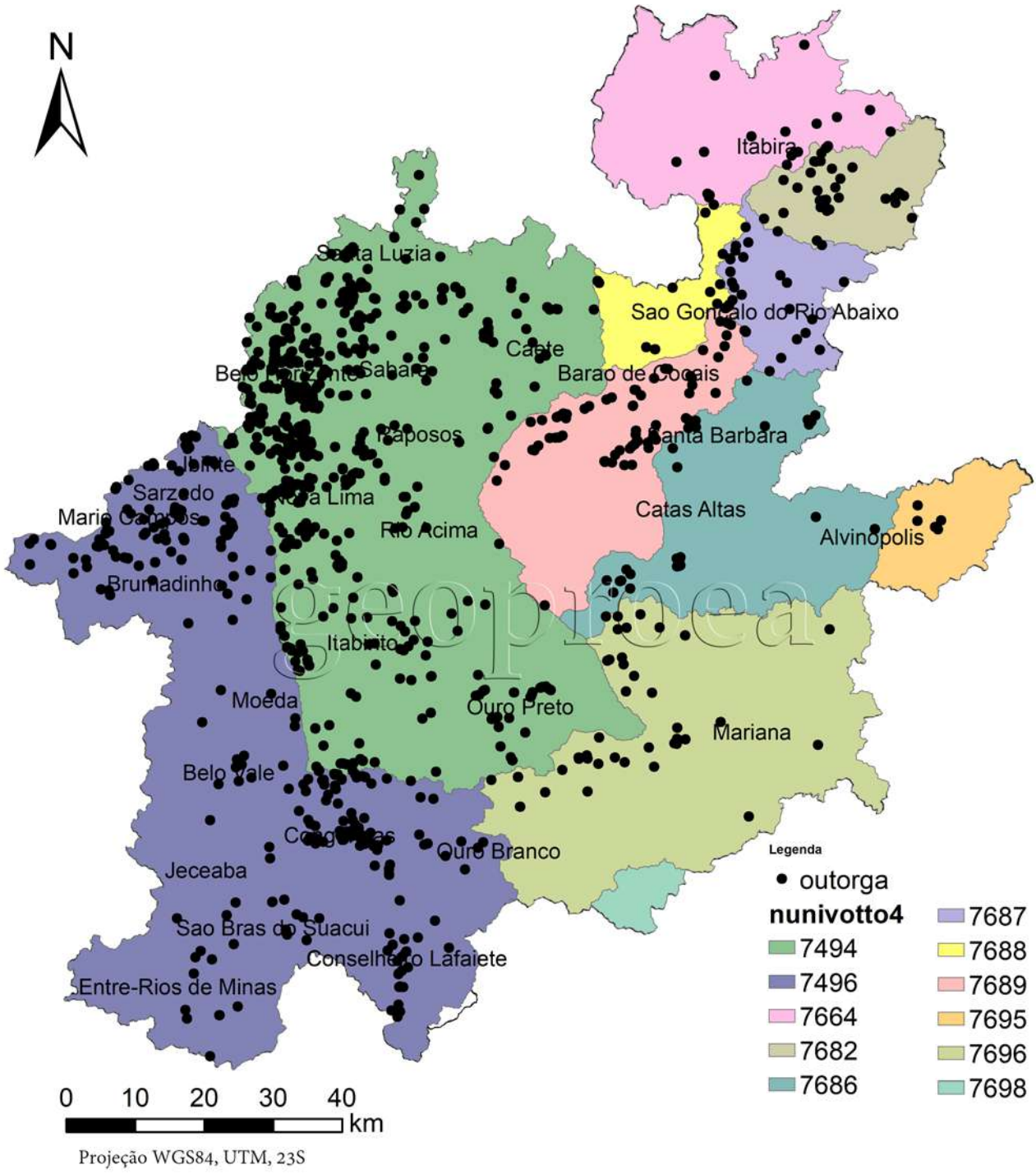
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

SUB-BACIAS OTTO E PONTOS DE OUTORGA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, ANA, IGAM

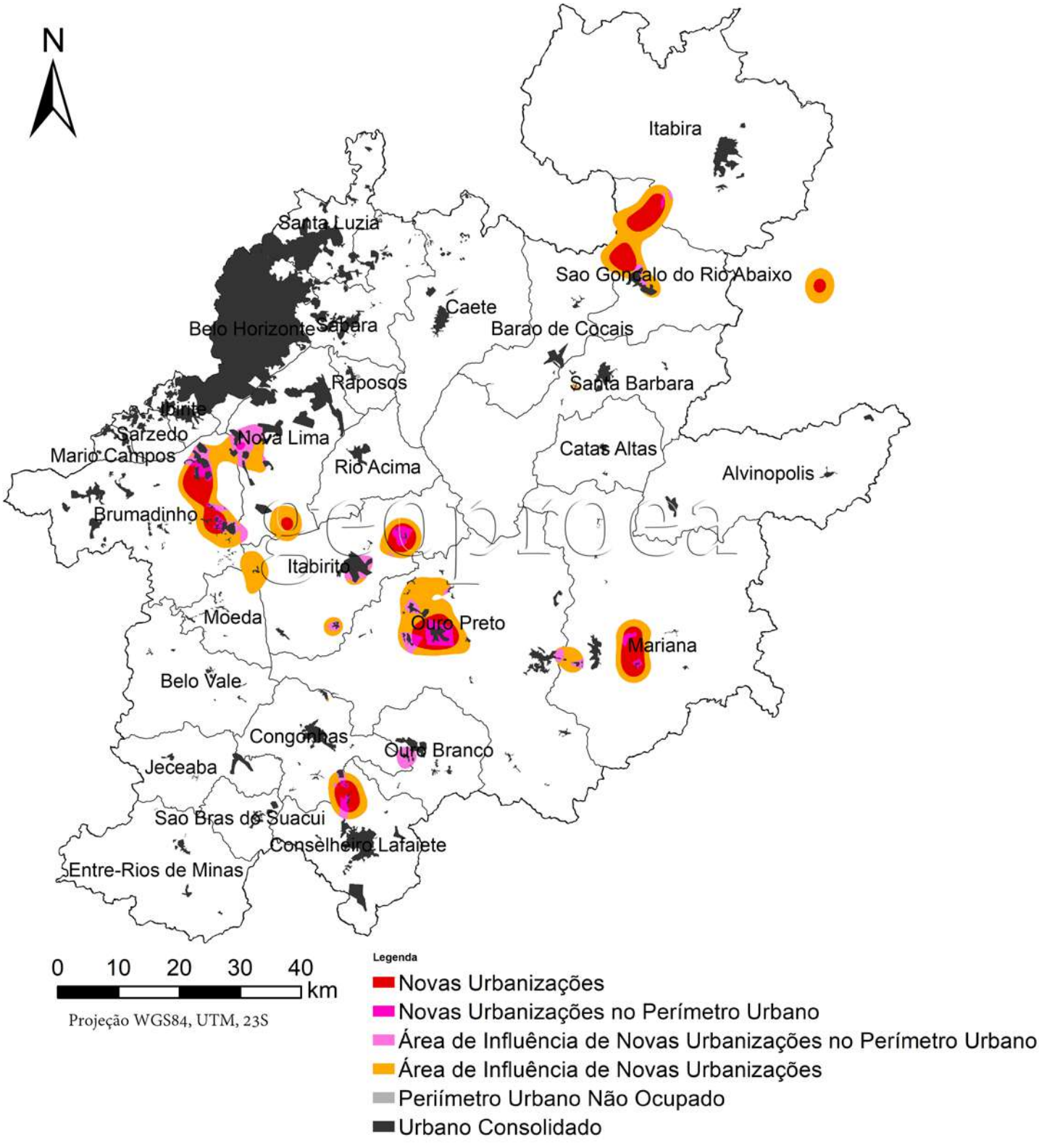
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

TIPOLOGIA DE OCUPAÇÃO URBANA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, EMBRAPA 2015, Imagem RapidEye

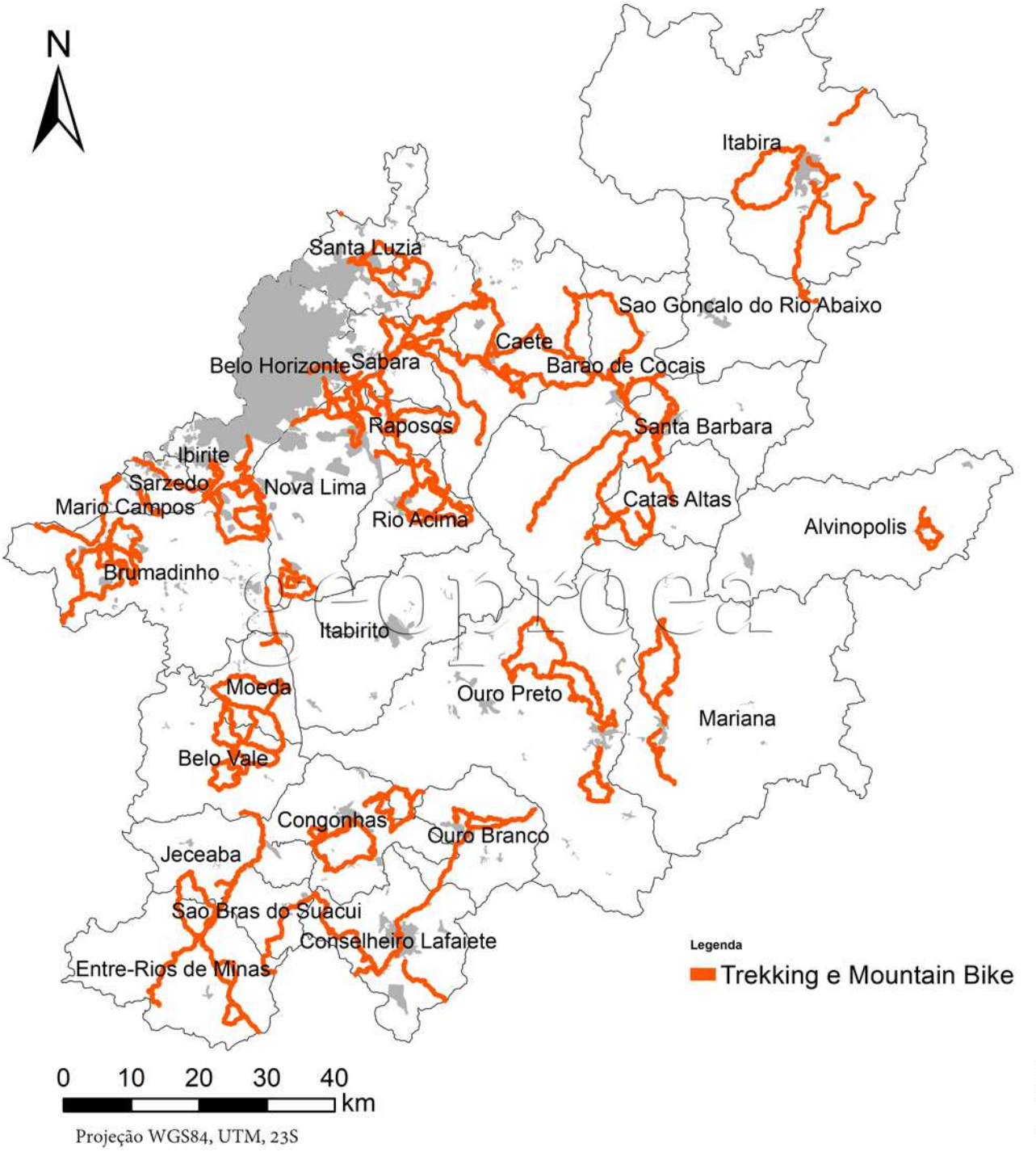
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

TRILHAS VALOR TURÍSTICO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, WIKILOC

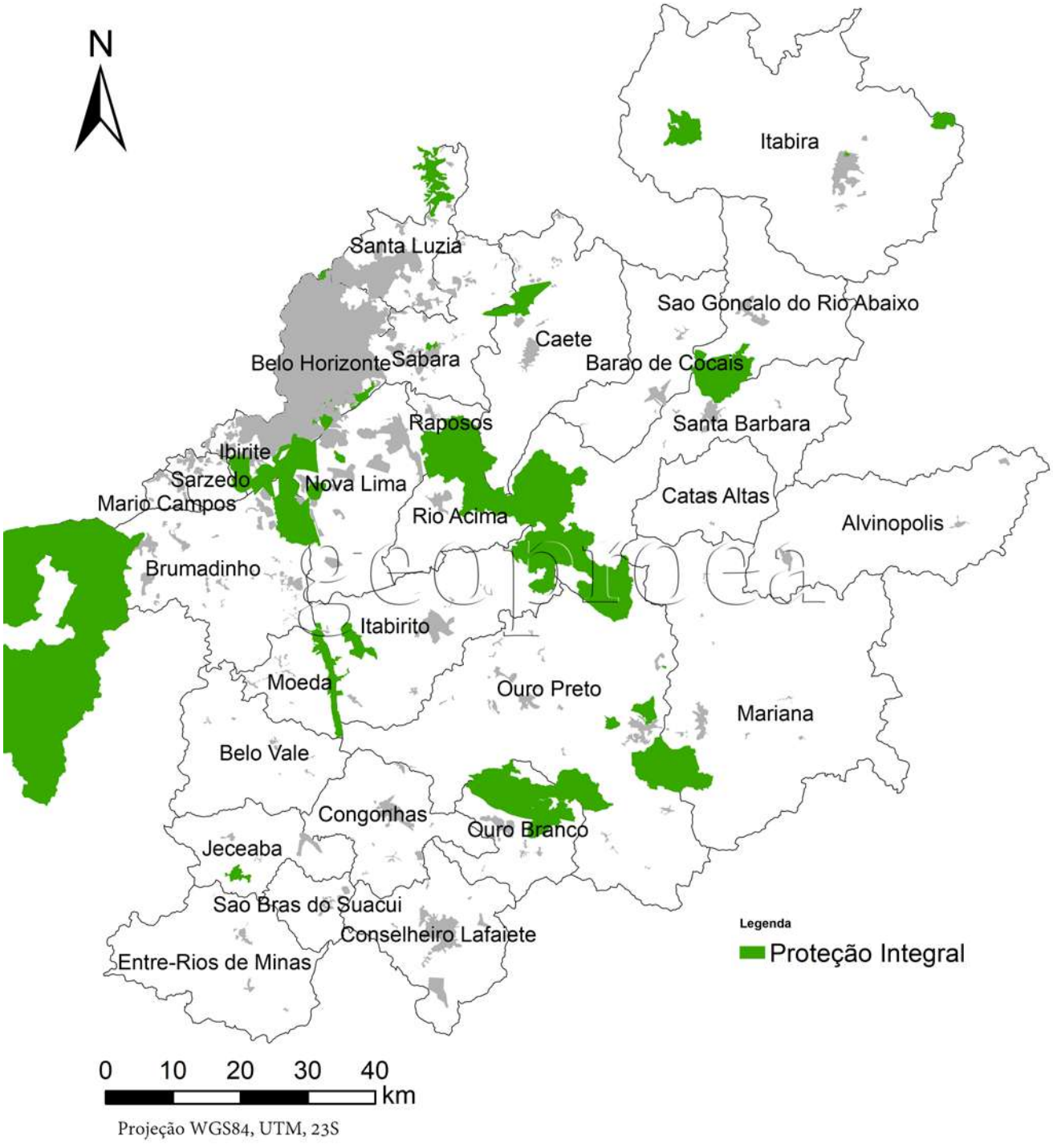
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL - QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, ICMBIO, INDE

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

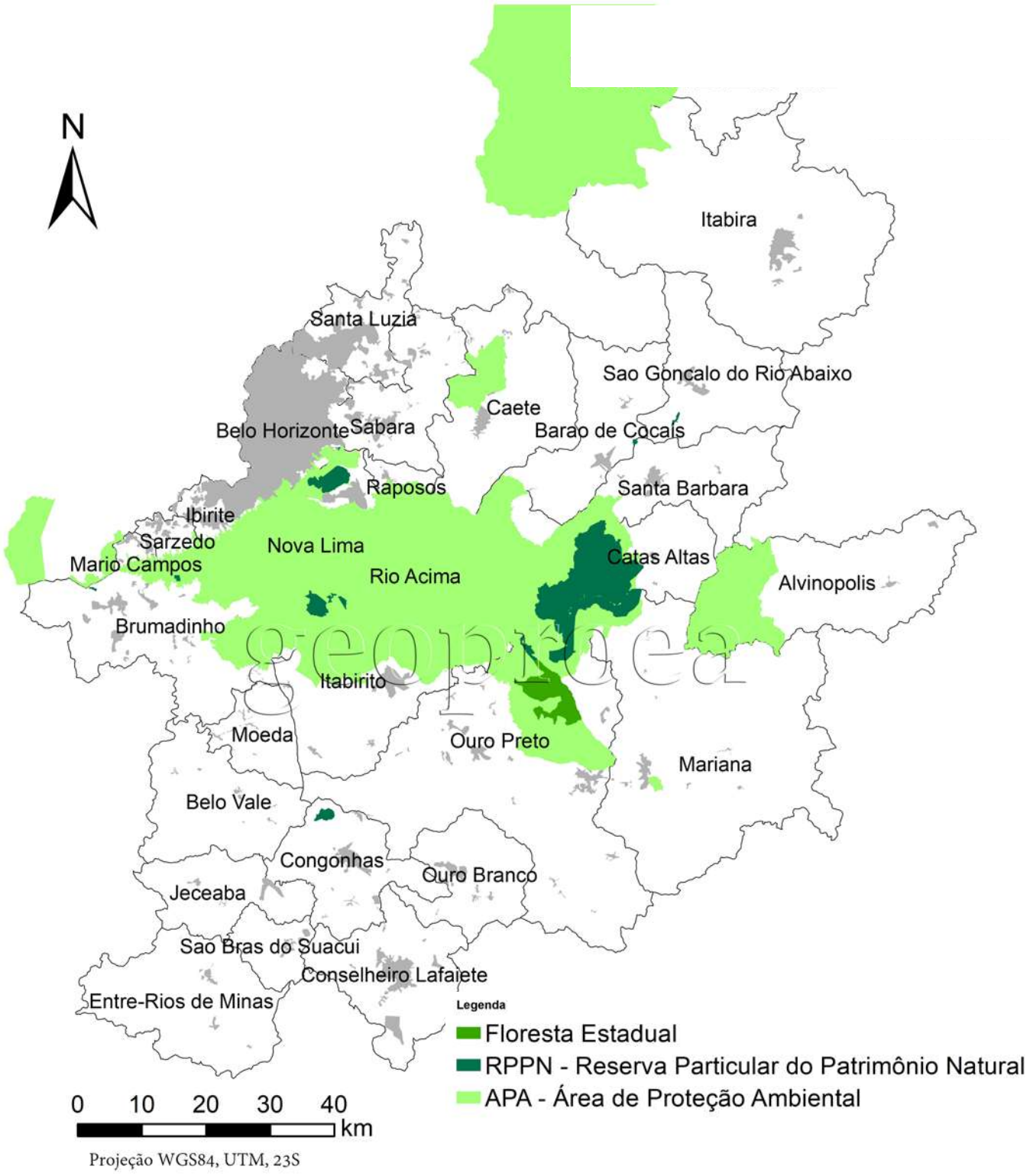
EA UFMG GEOPROCESSAMENTO

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO USO SUSTENTÁVEL QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, ICMBIO, INDE

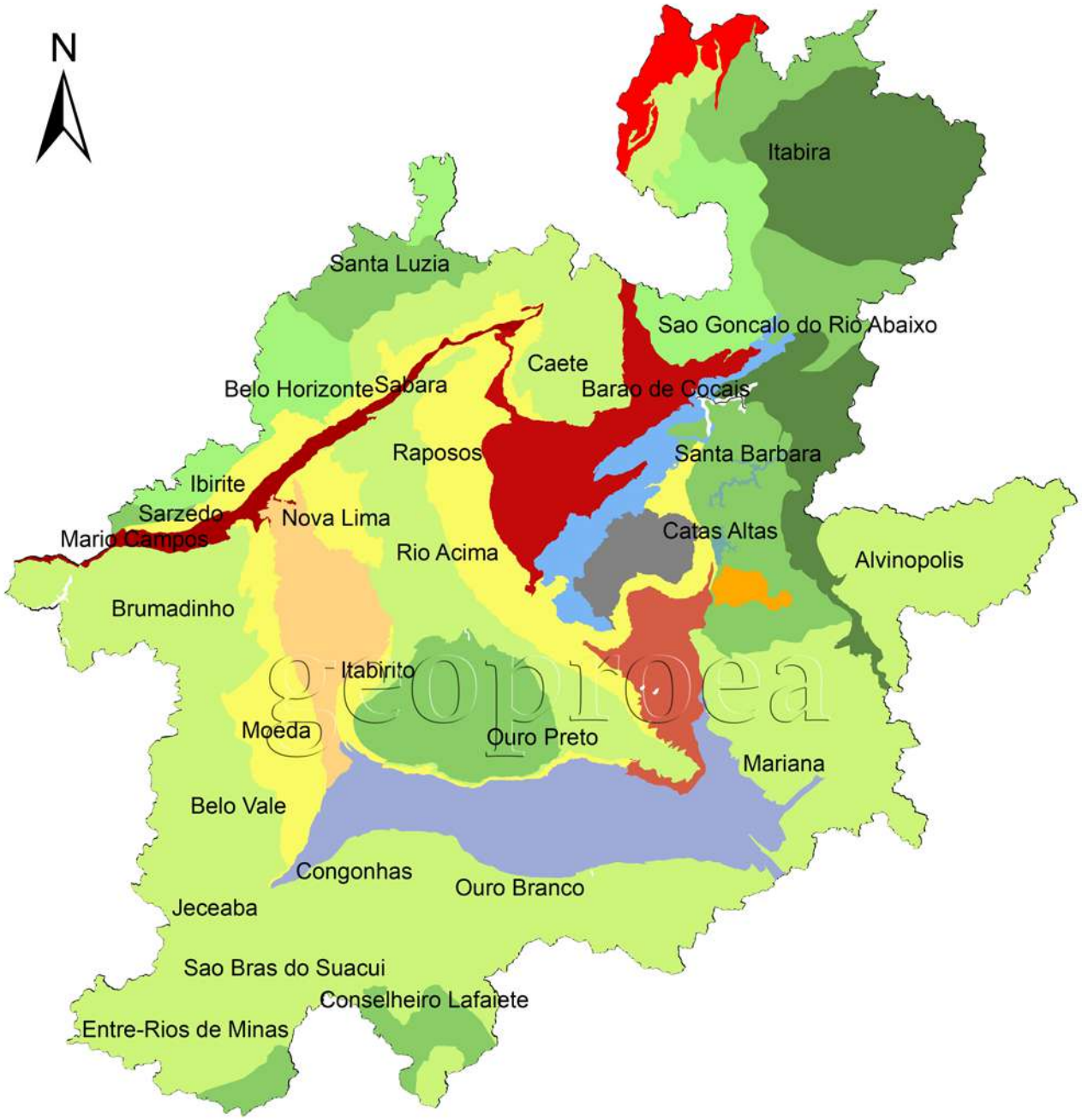
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS - CPRM
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



geoprocessamento

Legenda

- Chapada da Canga
- Colinas Amplas e Suaves
- Colinas Dissecadas e Morros Altos
- Colinas Dissecadas e Morros Baixos
- Crista Homoclinal da Serra do Curral
- Cristas Quartziticas do Espinhaco Meridional
- Cristas e Vales de Mariana e Ouro Preto
- Cristas e Vales do Gandarela-Cambotas
- Escarpas Serranas
- Macico Quartzitico do Caraca
- Morros e de Serras Baixas
- Planicies Fluviais ou fluvio-lacustres
- Plato da Serra da Moeda
- Sistema Dom Bosco de Cristas e Vales
- Vale Encaixado do Conceicao

Fonte da base cartográfica: IBGE, CPRM

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

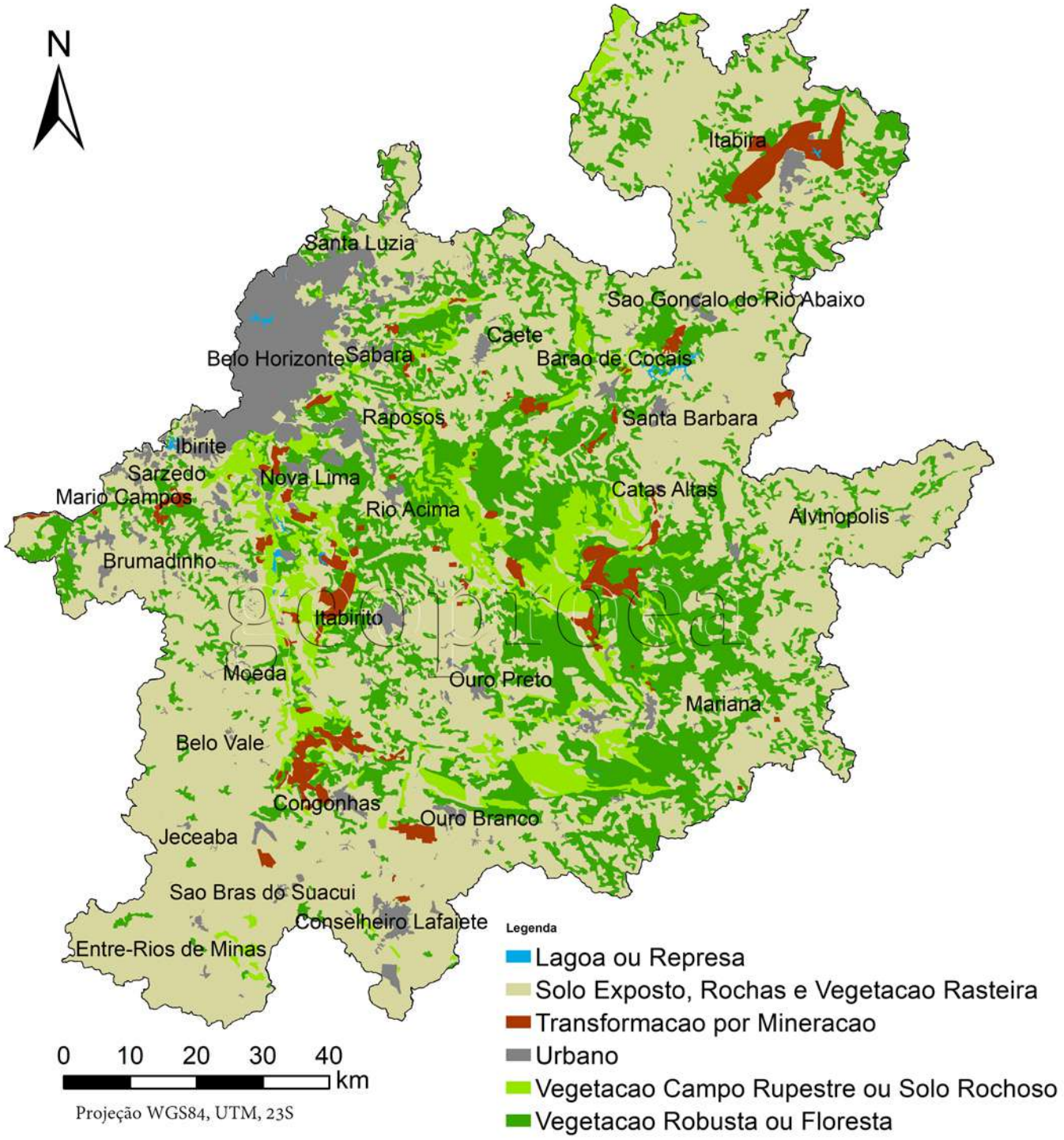
EA UFMG GEOPROCESSAMENTO

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

USO E COBERTURA DA TERRA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG

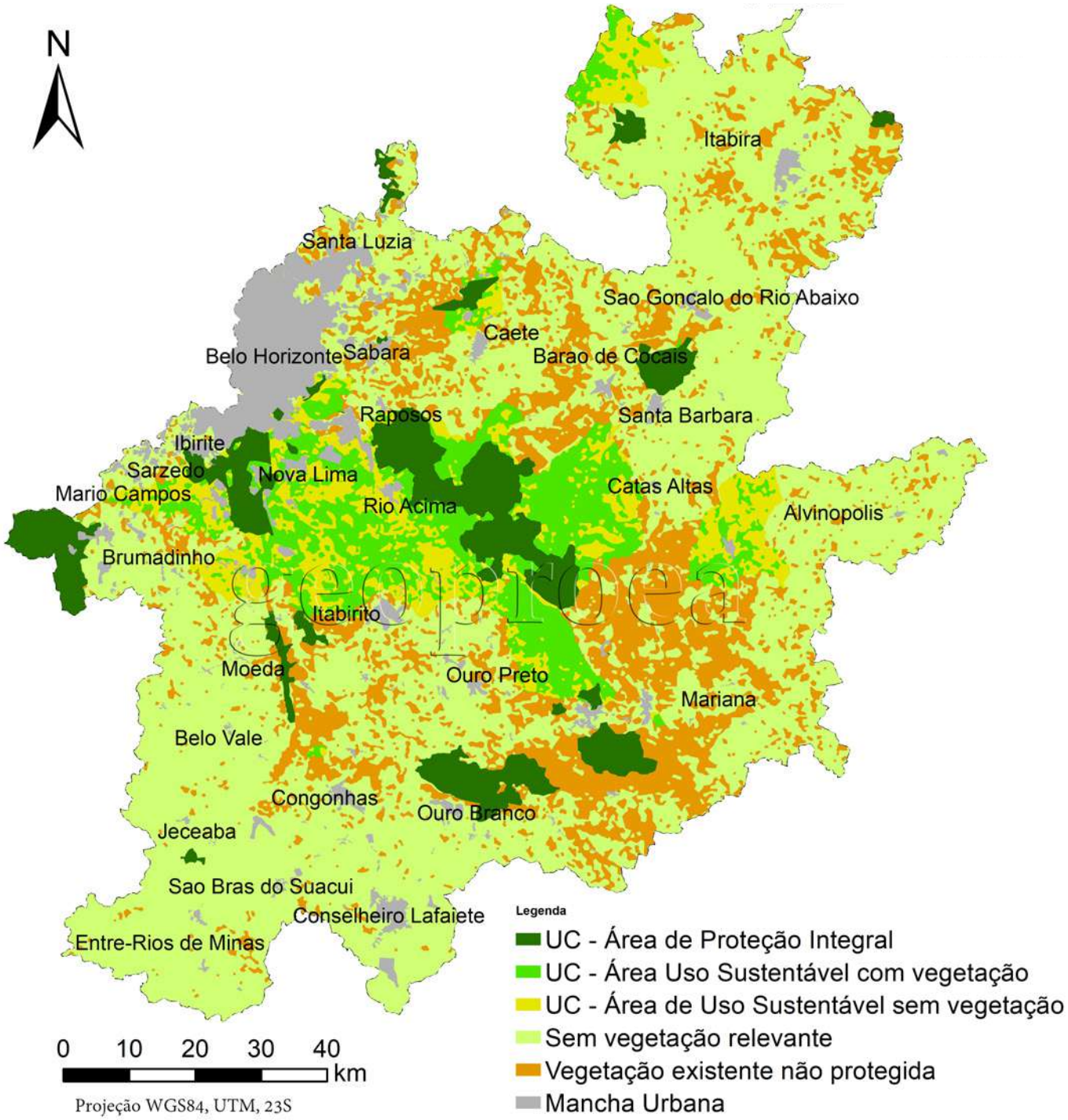


Fonte da base cartográfica: IBGE, EMBRAPA 2015, IEF-MG

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.
havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

VEGETAÇÃO E CONDIÇÕES DE PROTEÇÃO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, INDE, SISEMA-IEF

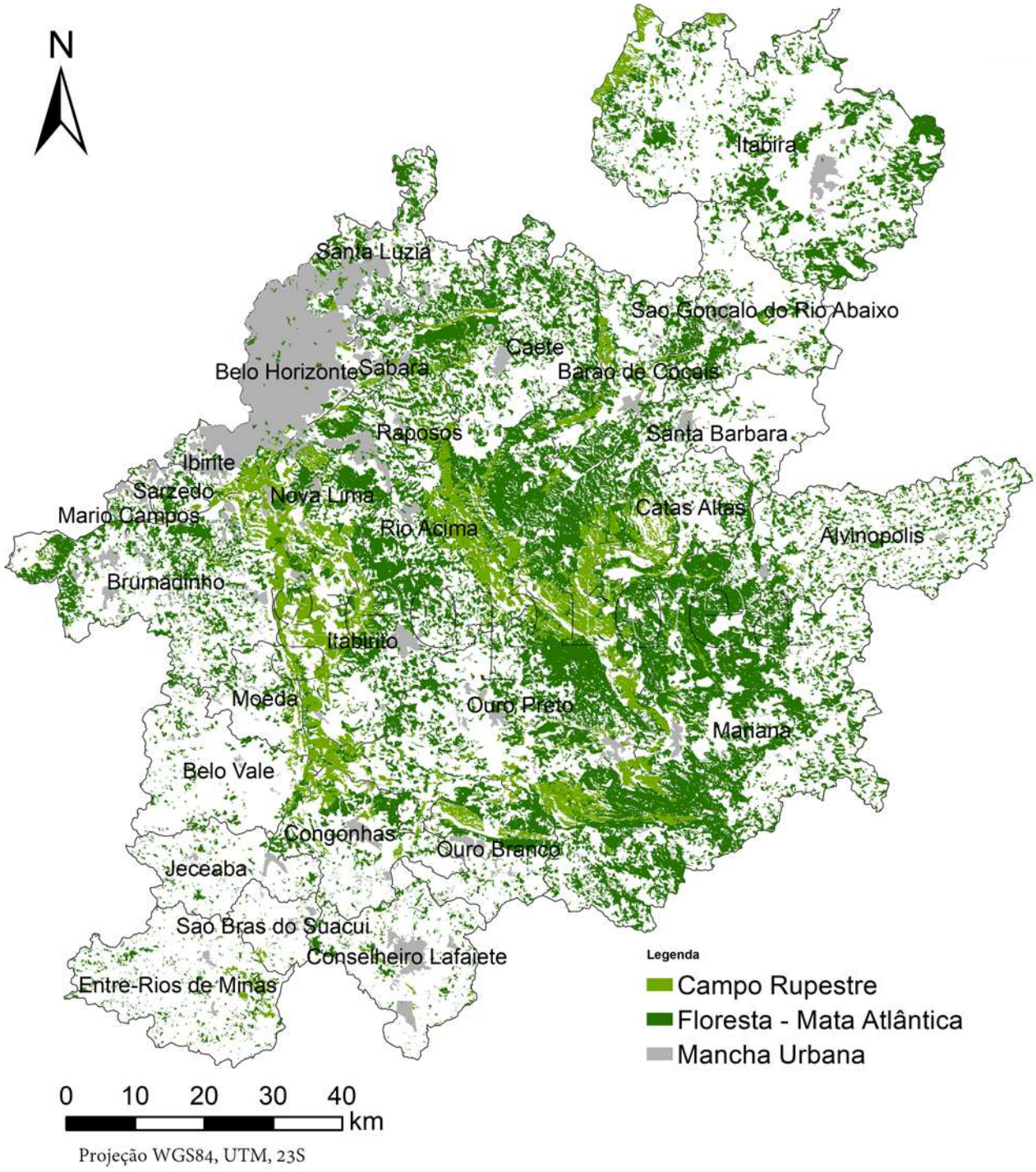
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

VEGETAÇÃO PRINCIPAL
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, INDE, SISEMA-IEF

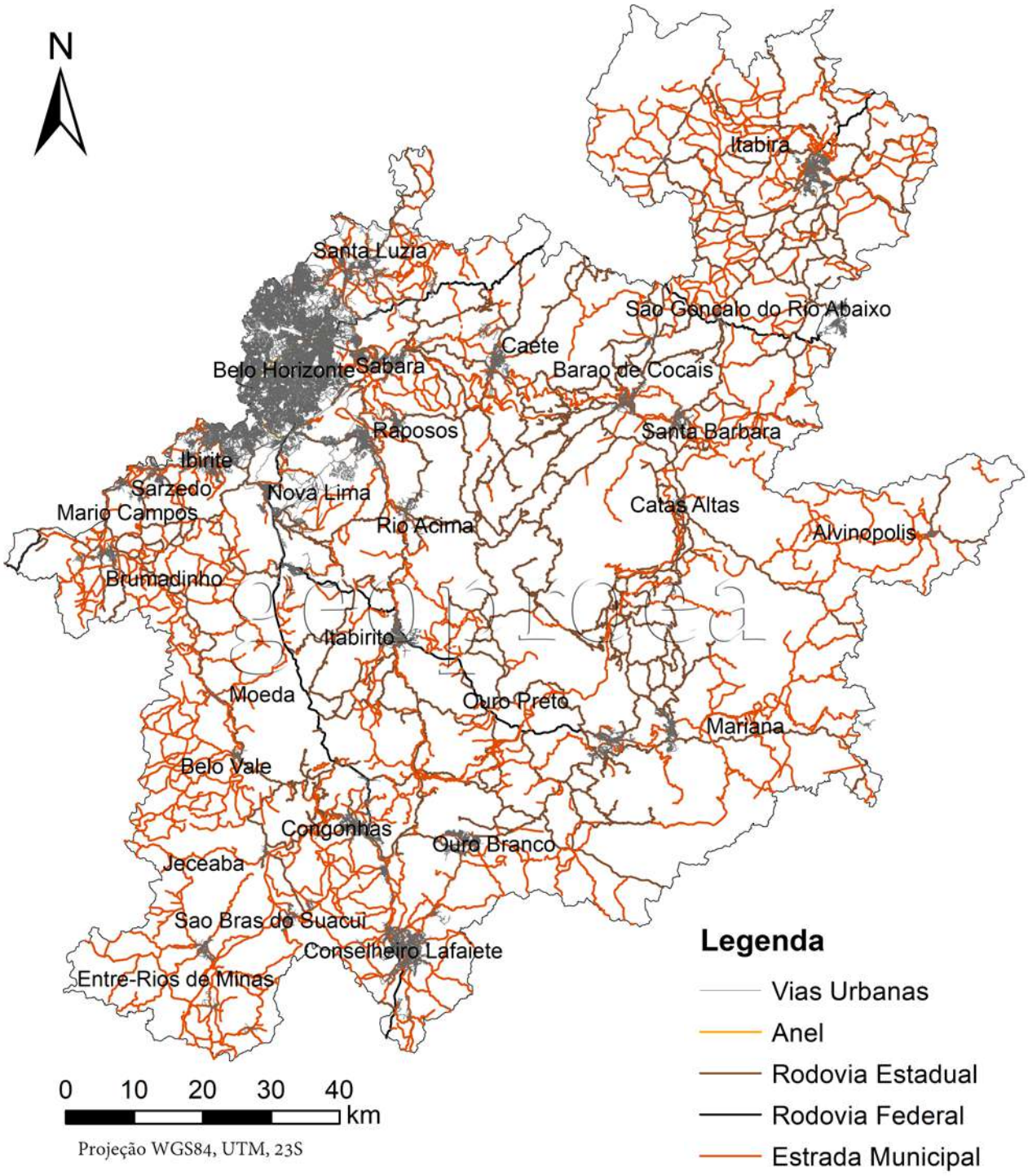
UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

SISTEMA VIÁRIO, RODOVIAS E ESTRADAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE-2020, DER-MG

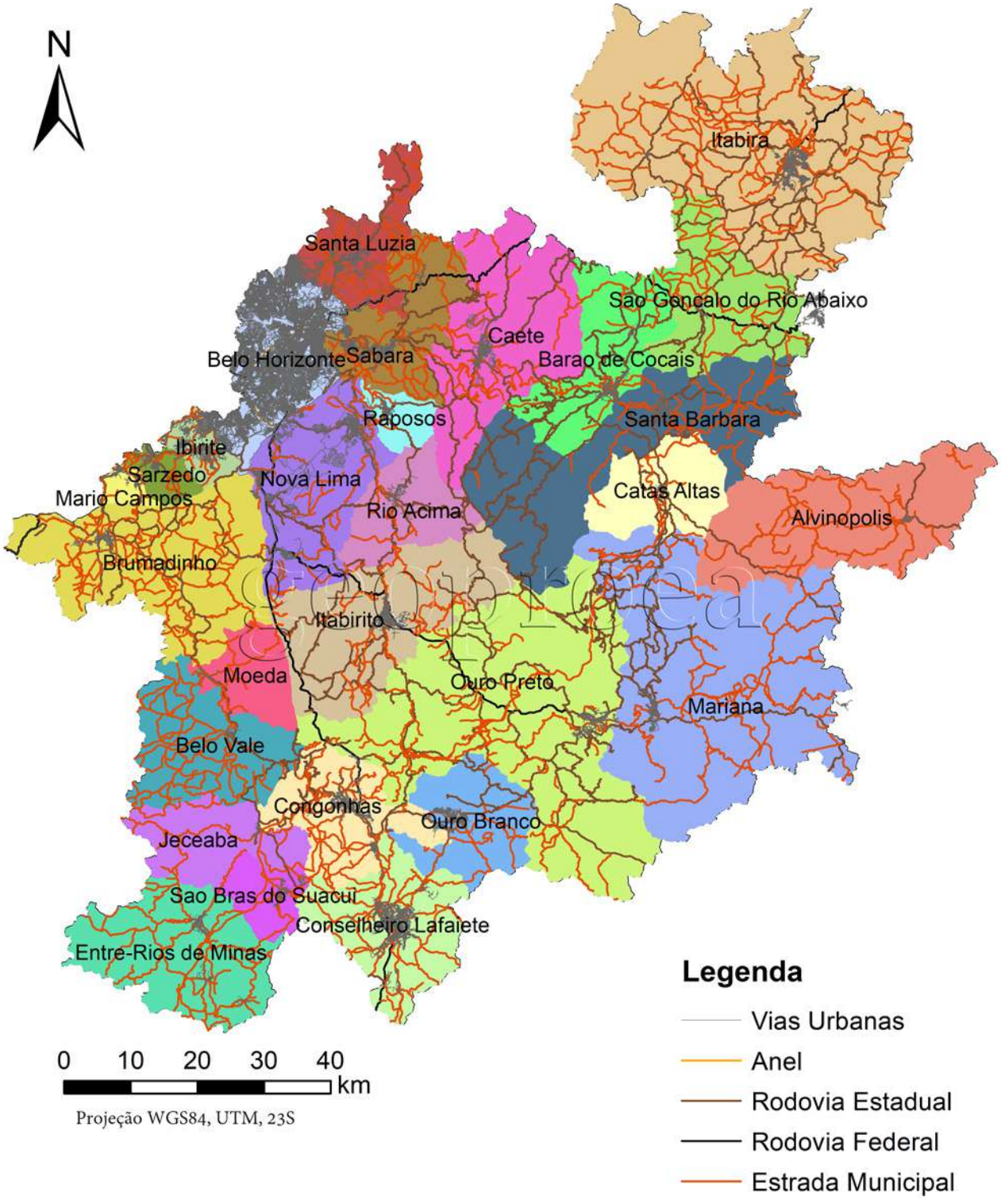
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

SISTEMA VIÁRIO, RODOVIAS E ESTRADAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE-2020, DER-MG

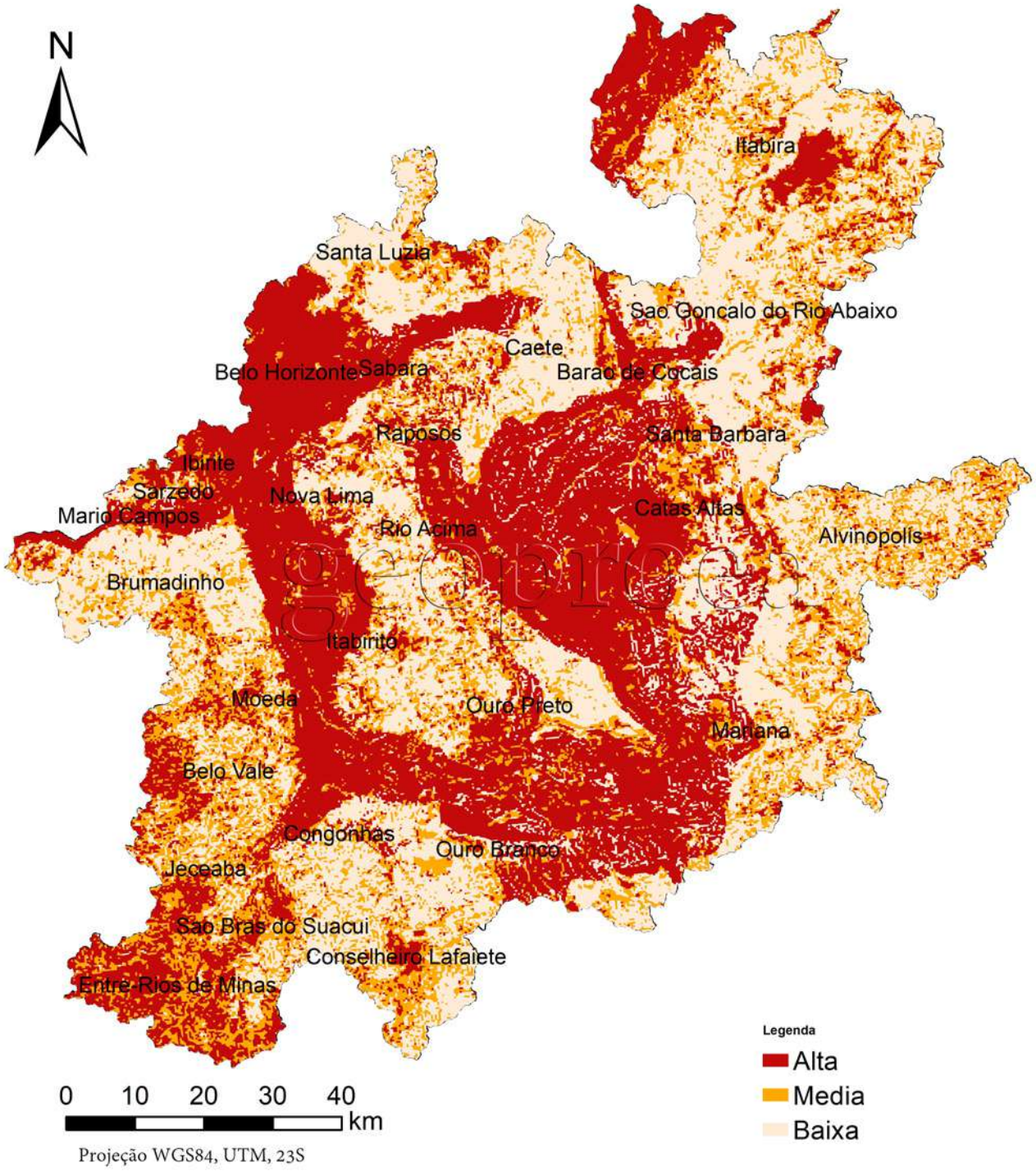
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

VULNERABILIDADE A EROSÃO
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



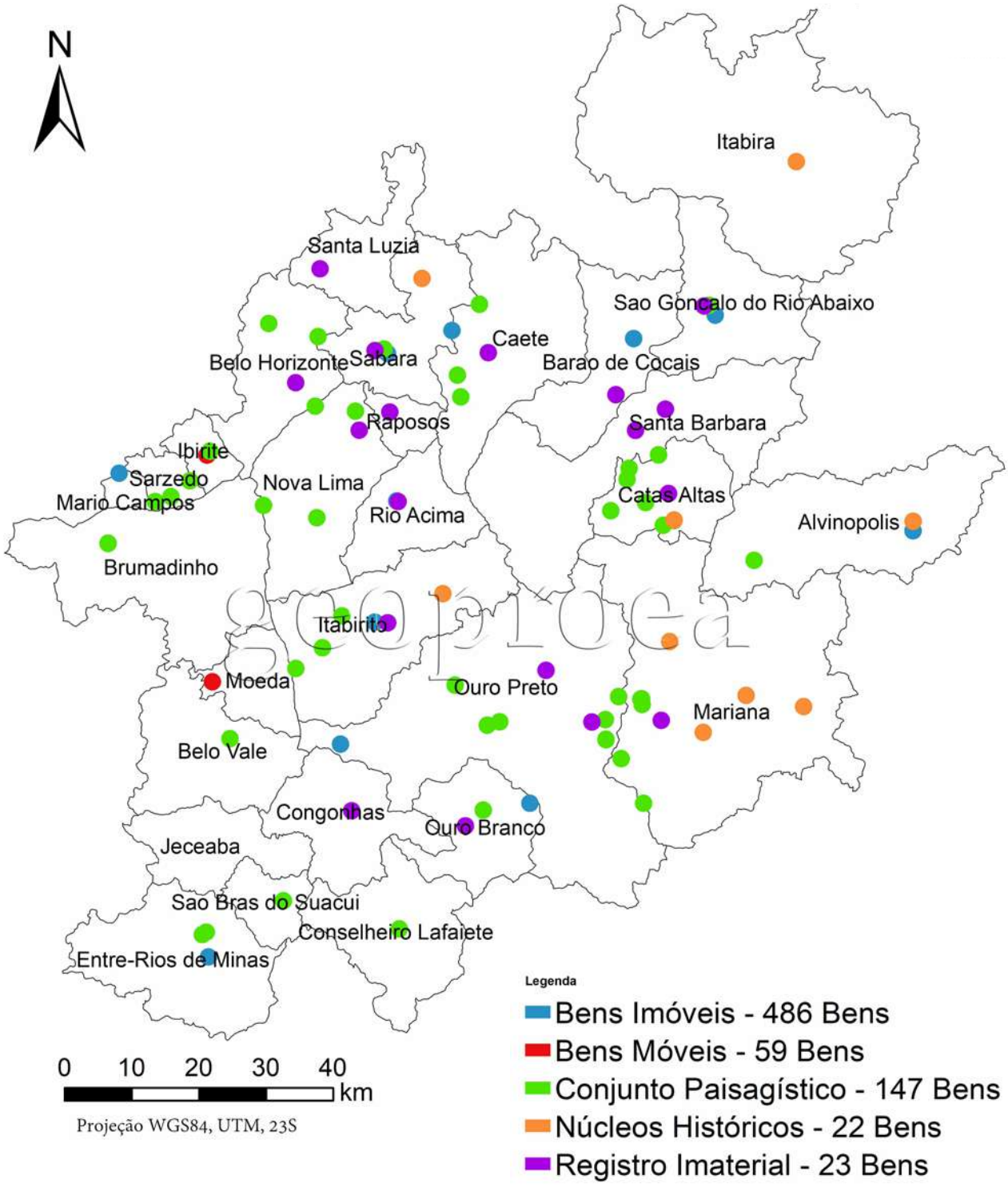
Fonte da base cartográfica: IBGE, Imagem DEM Alos Palsar, CPRM

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PONTOS DE PATRIMÔNIO CULTURAL QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, IPHAN, INDE

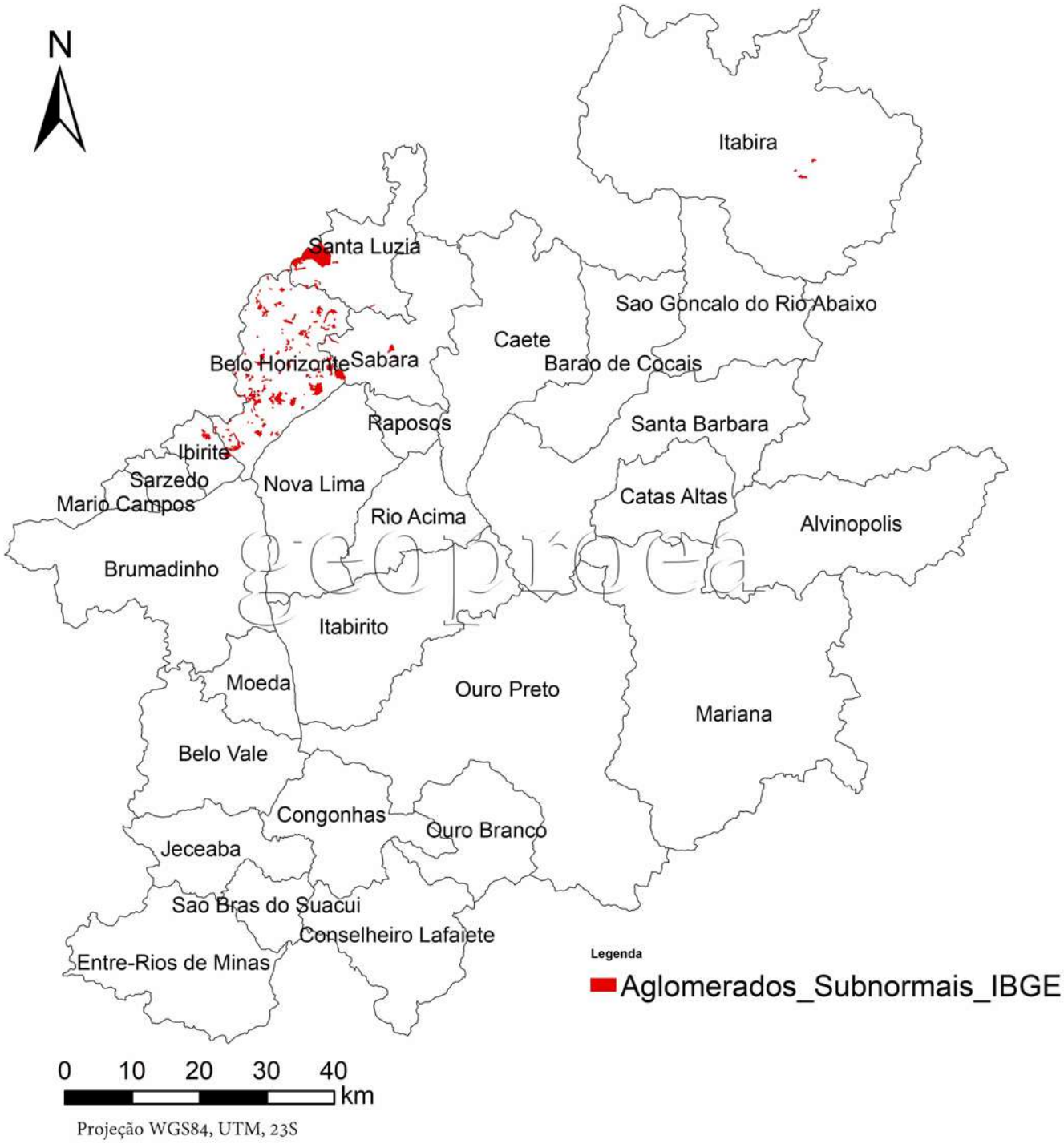
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

AGLOMERADOS SUBNORMAIS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



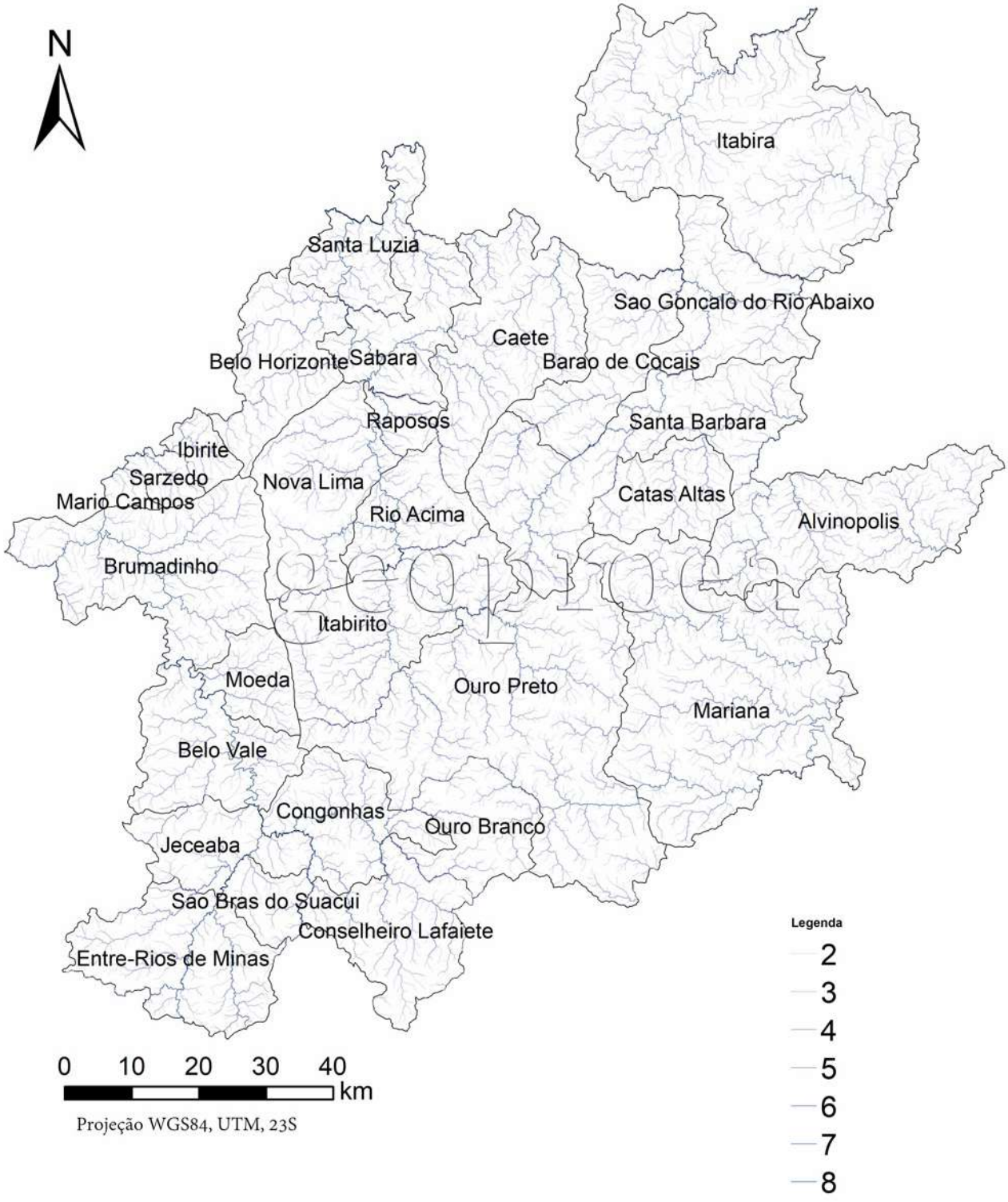
Fonte da base cartográfica: IBGE, 2010

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

REDE HÍDRICA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Aster DEM, ANA, IGAM, SISEMA

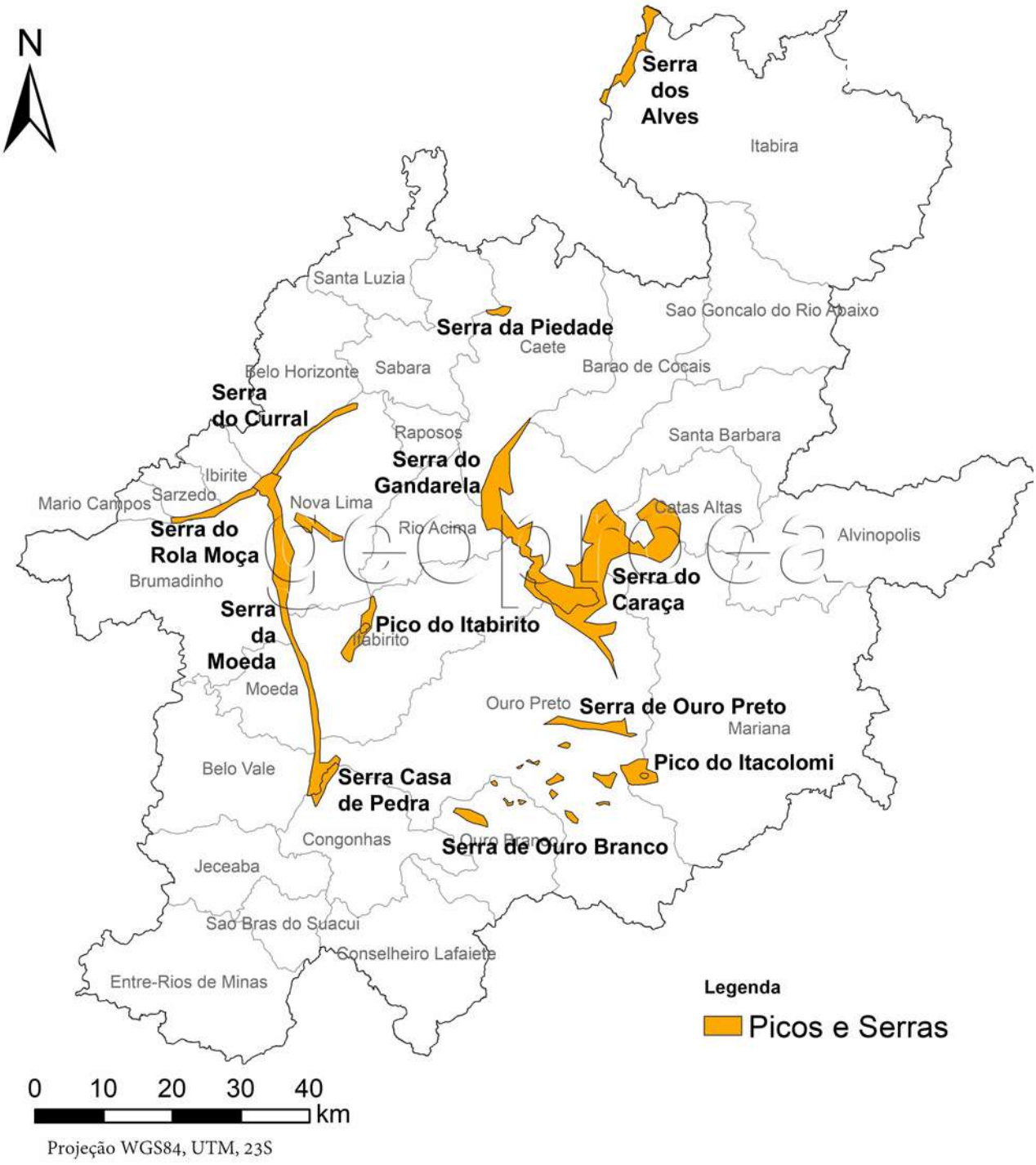
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

PICOS E SERRAS DE REFERÊNCIA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, Imagens Sentinel 2A, Aster DEM

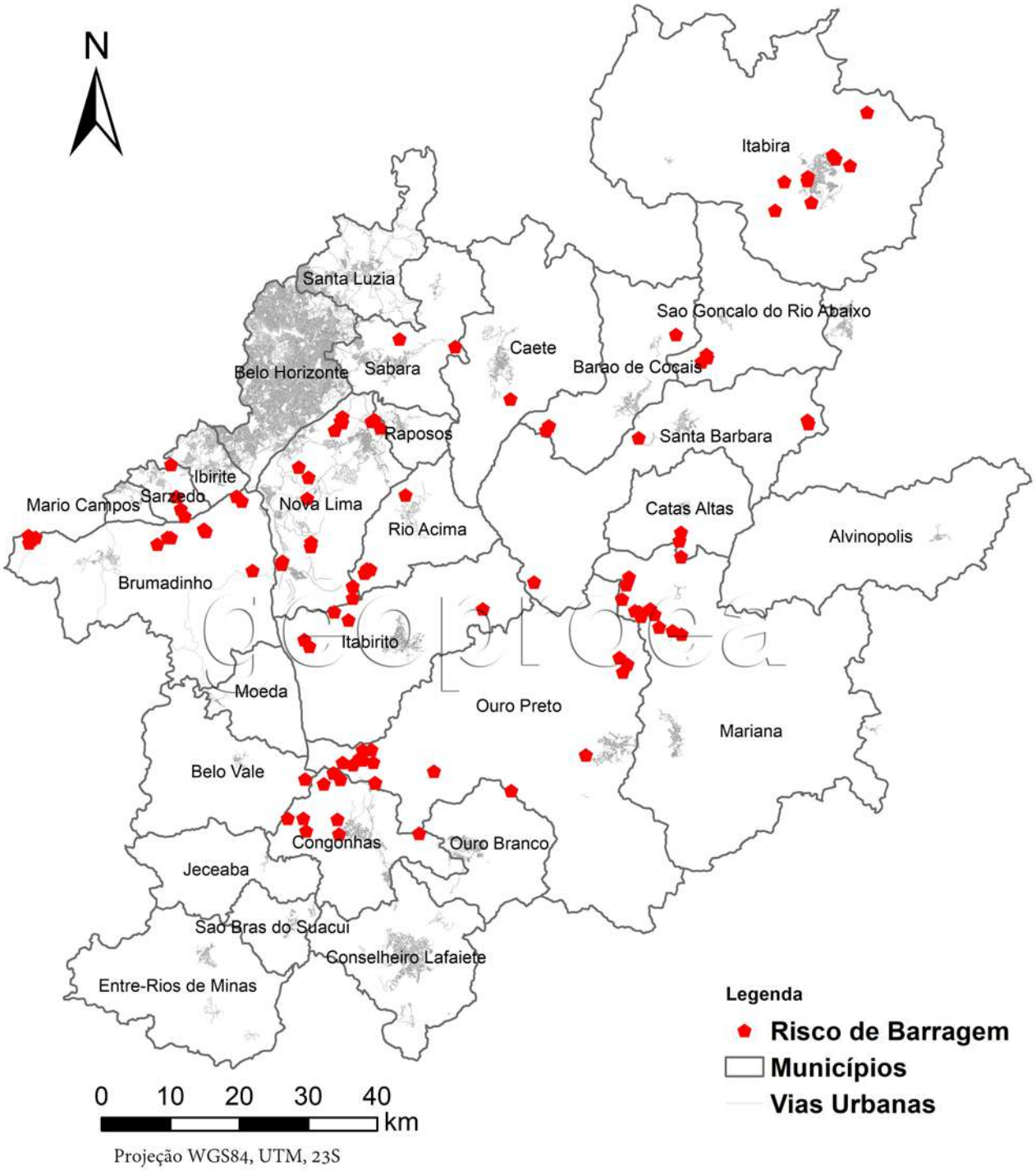
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

RISCOS DE BARRAGENS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA

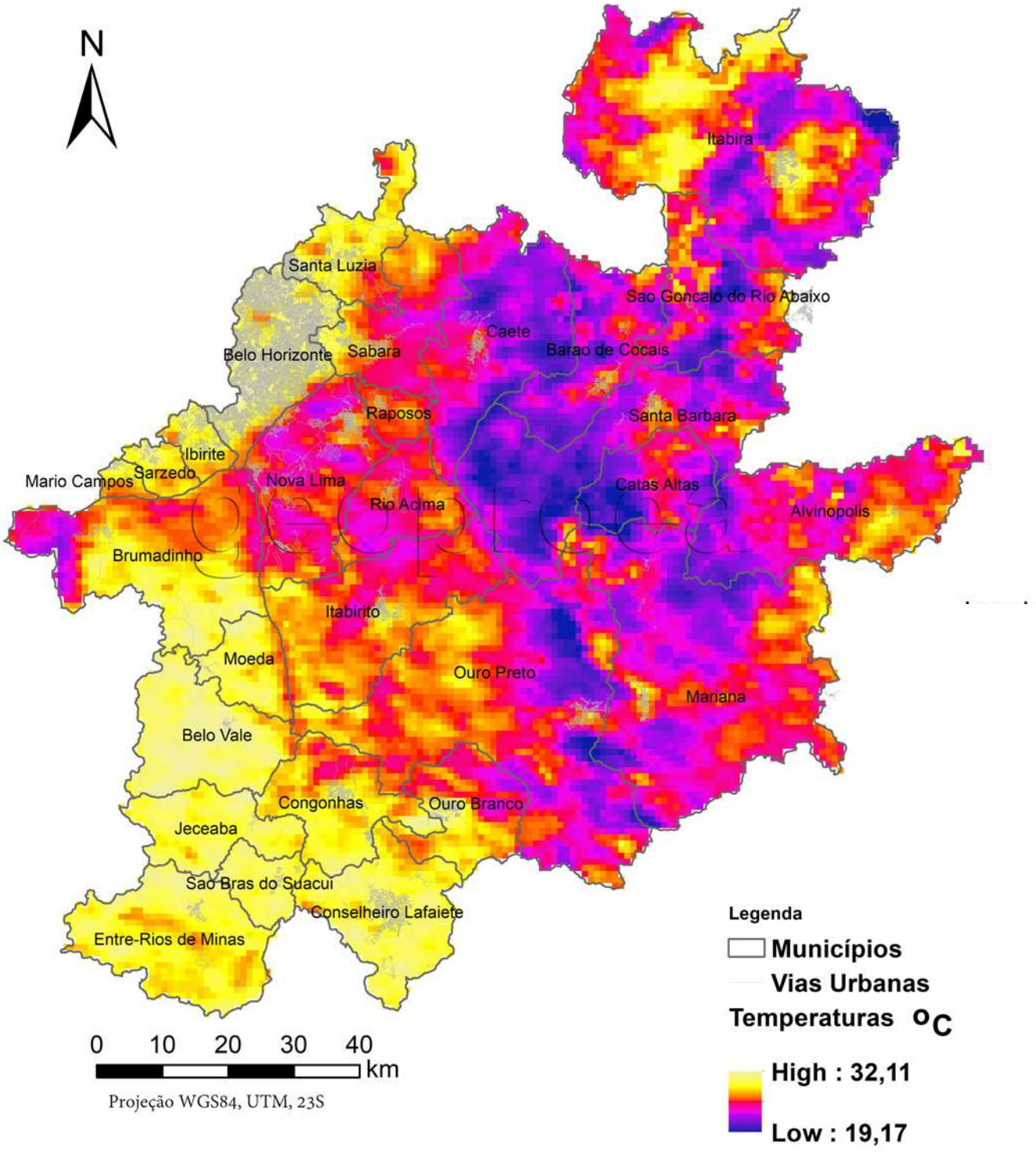
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

TEMPERATURAS DIURNAS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, Imagem Modis agosto 2020

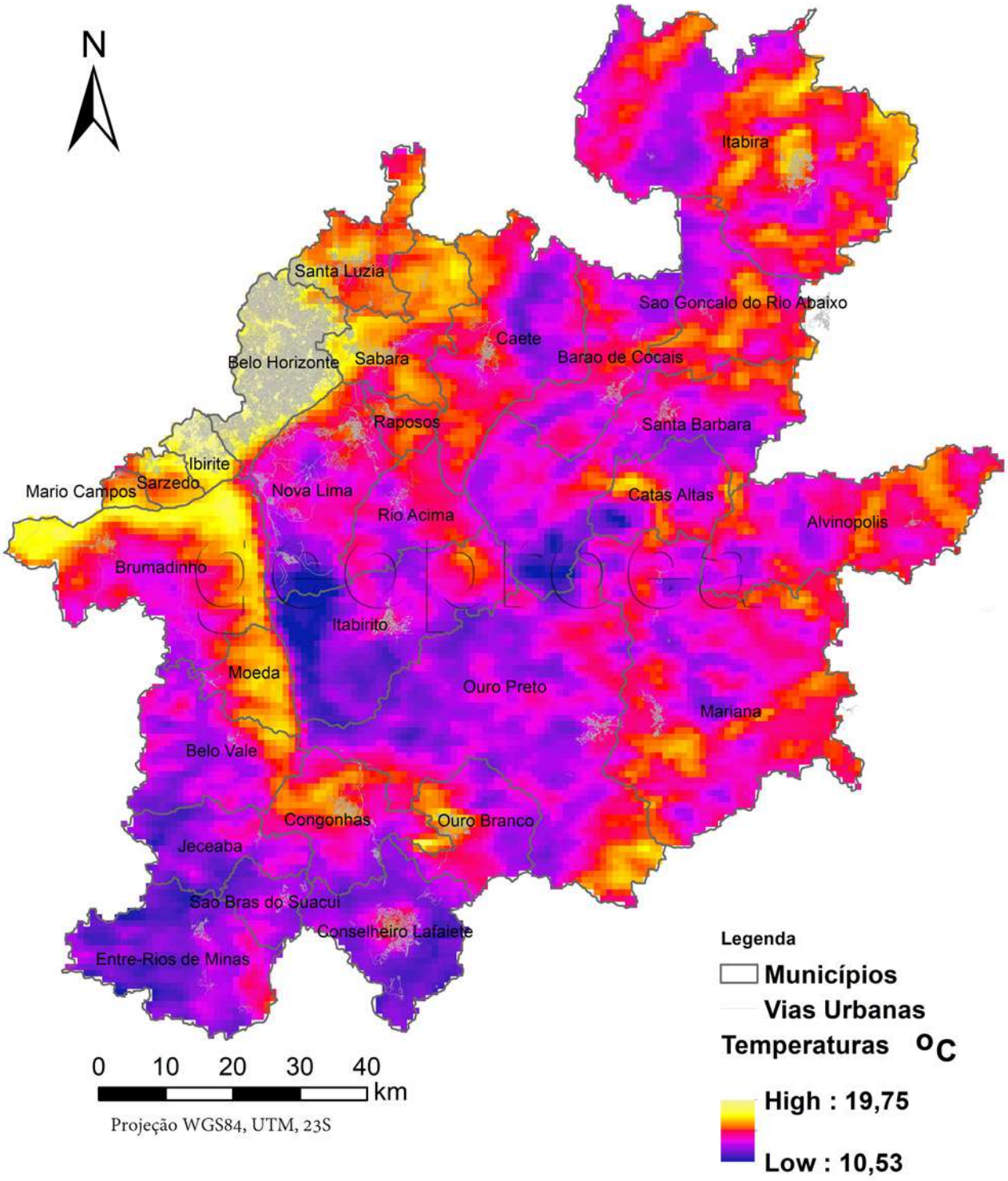
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

TEMPERATURAS NOTURNAS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



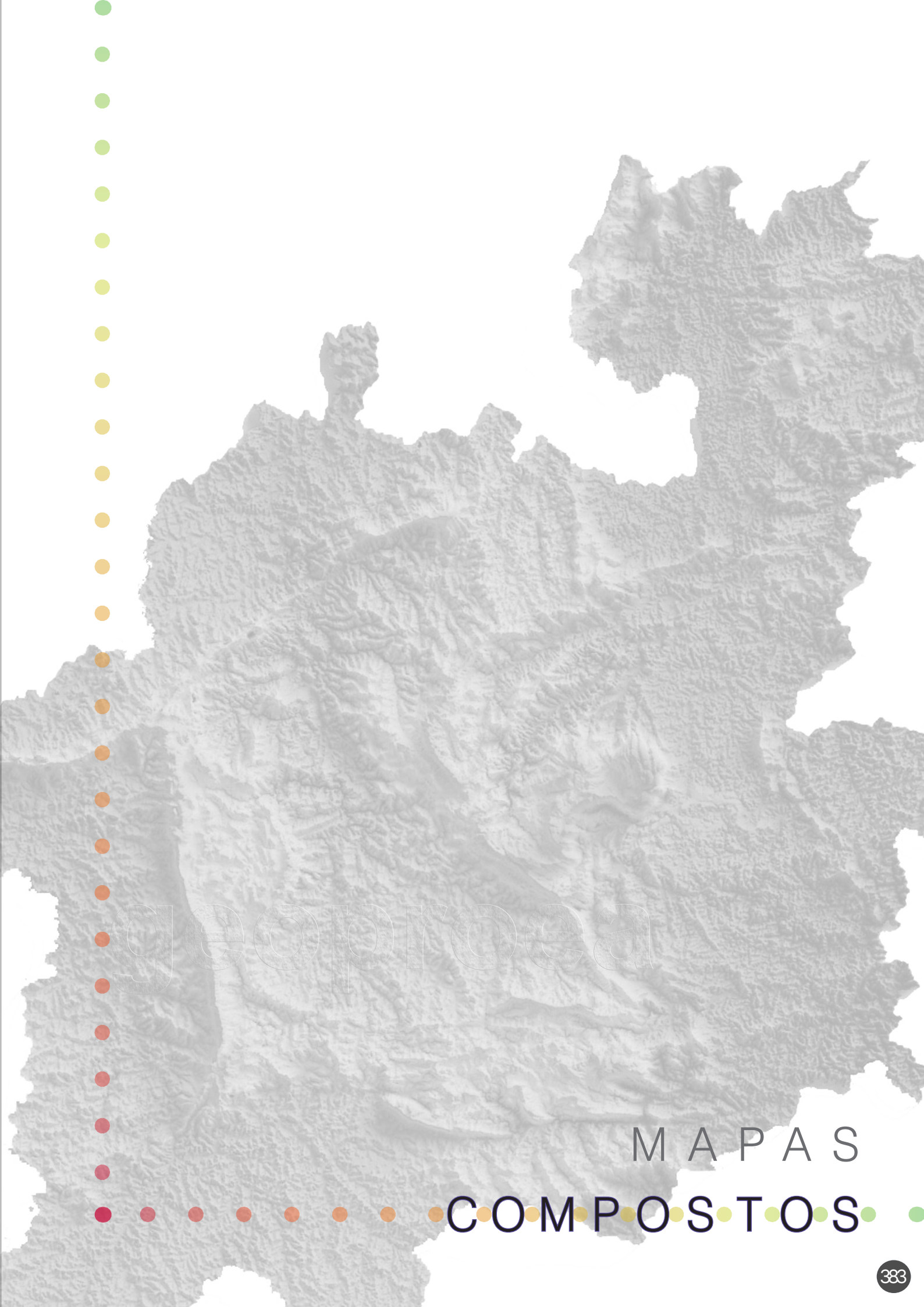
Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, Imagem Modis agosto 2020

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

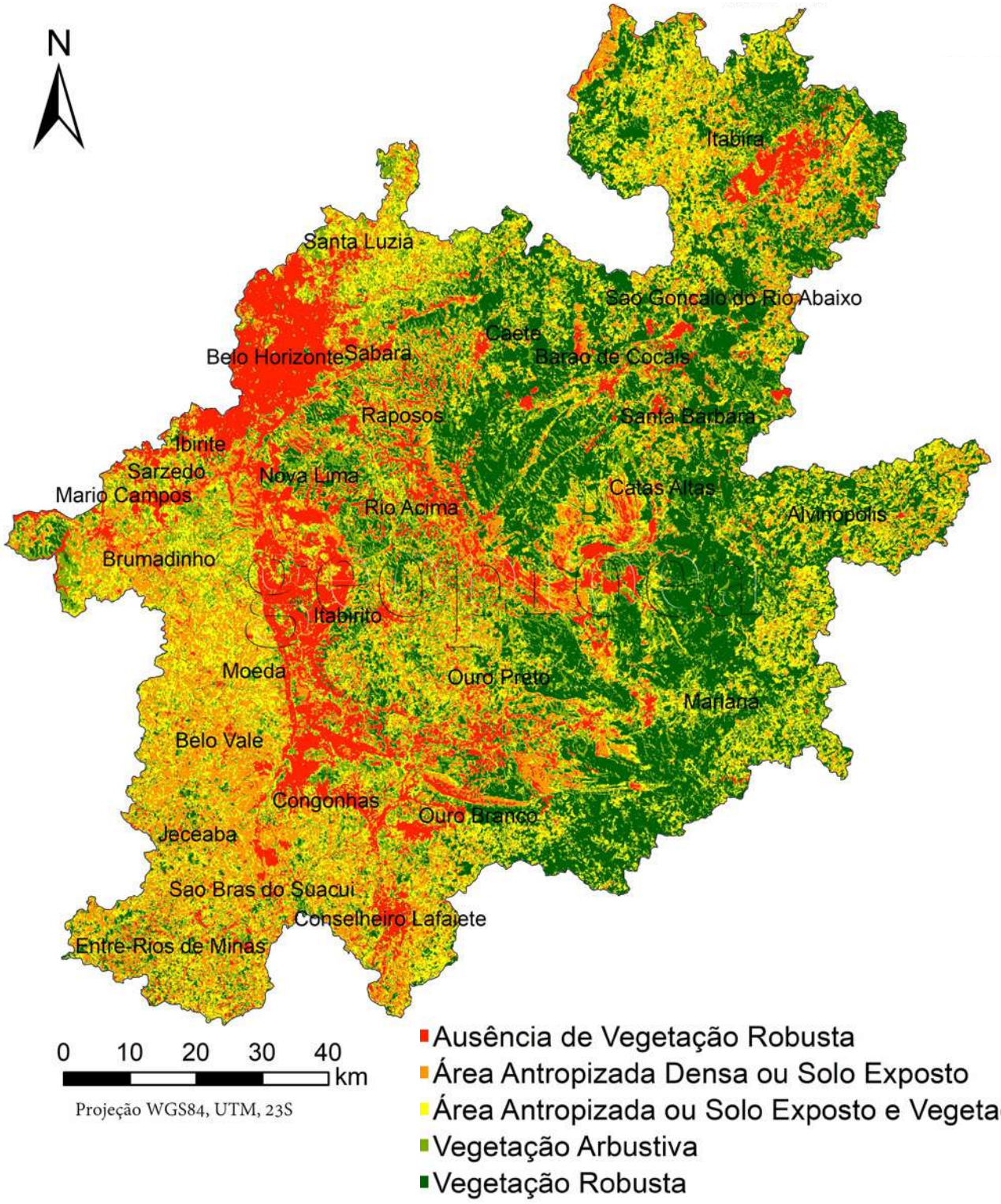
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br



MAPAS COMPOSTOS

NDVI - NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX - QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Imagens Sentinel 2, 2A

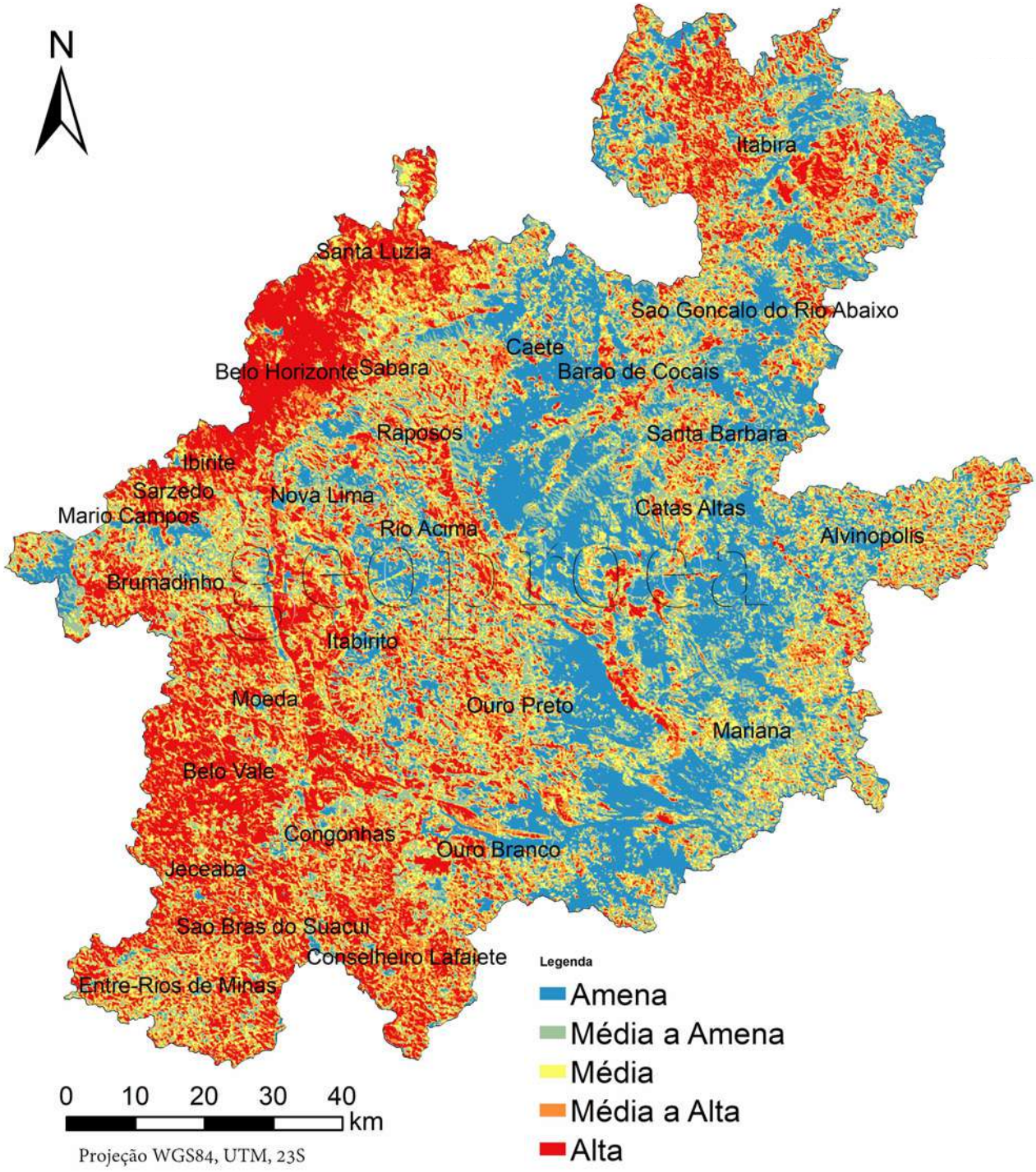
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Imagens Sentinel 2, 2A

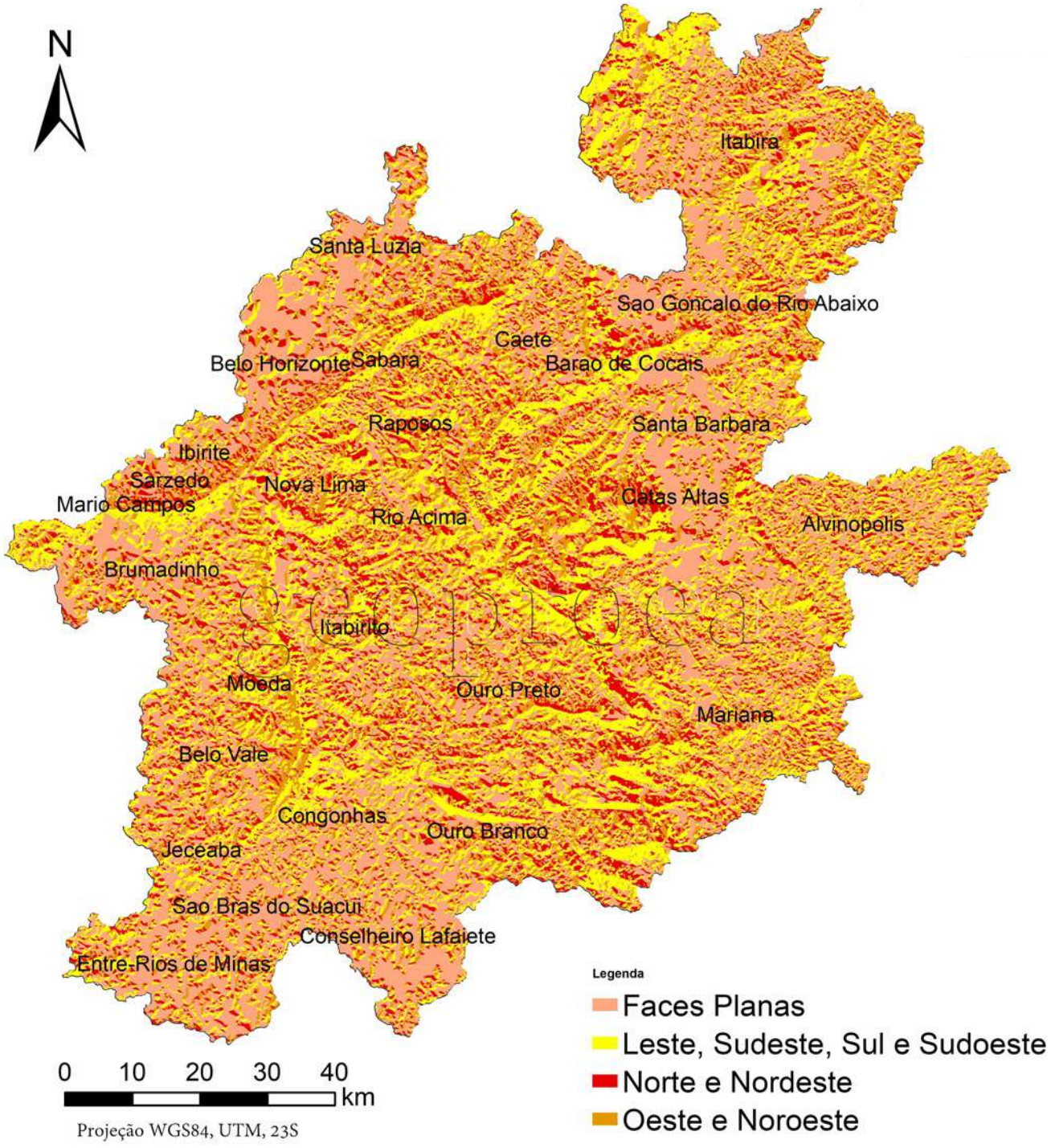
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

ASPECTO - INSOLAÇÃO NAS ENCOSTAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Aster DEM

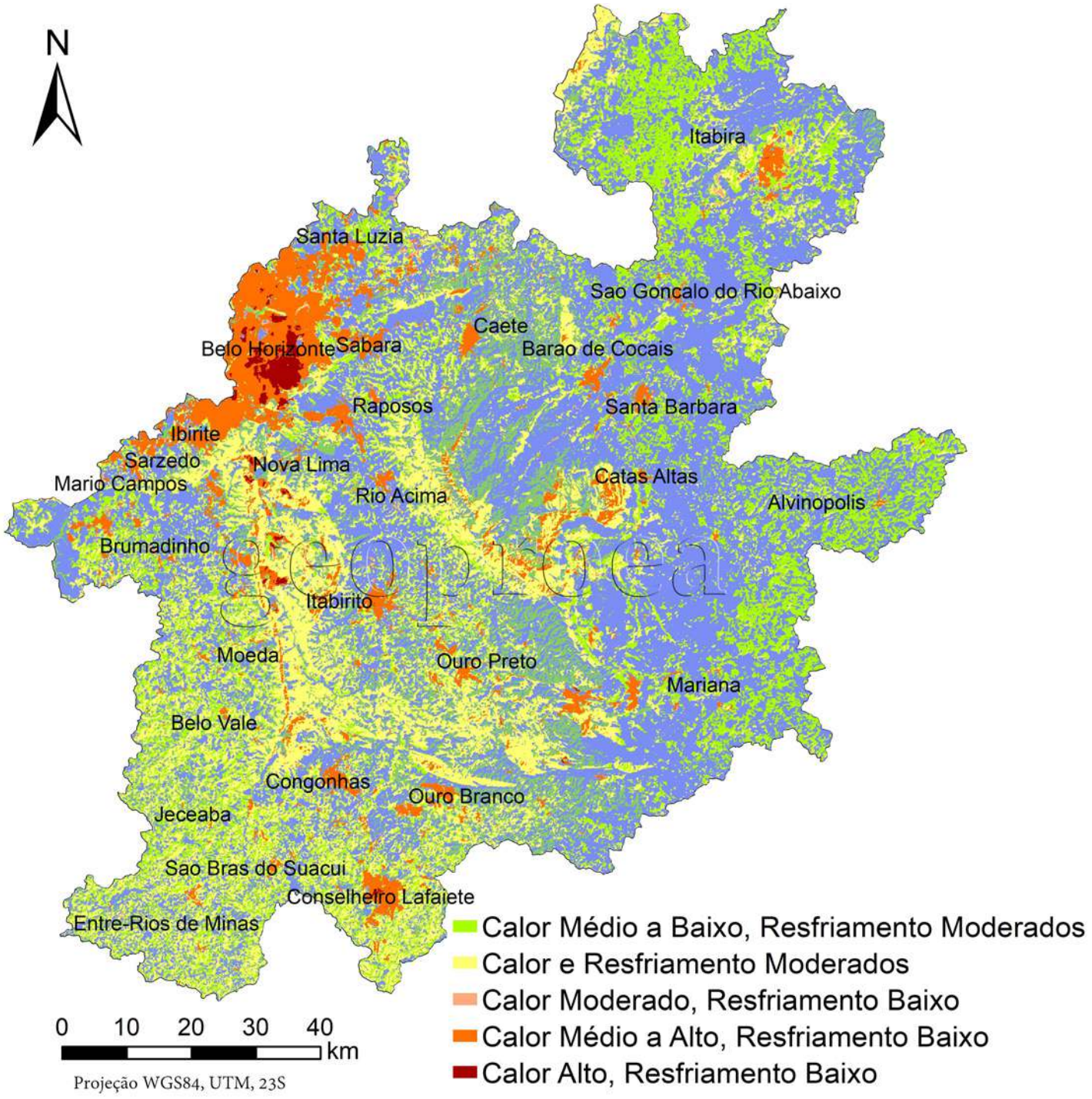
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

ANÁLISE CLIMÁTICA - CALOR E RESFRIAMENTO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Aster DEM, Sentinel 2 2A, LULC Esri 2020, Altura das Edificações

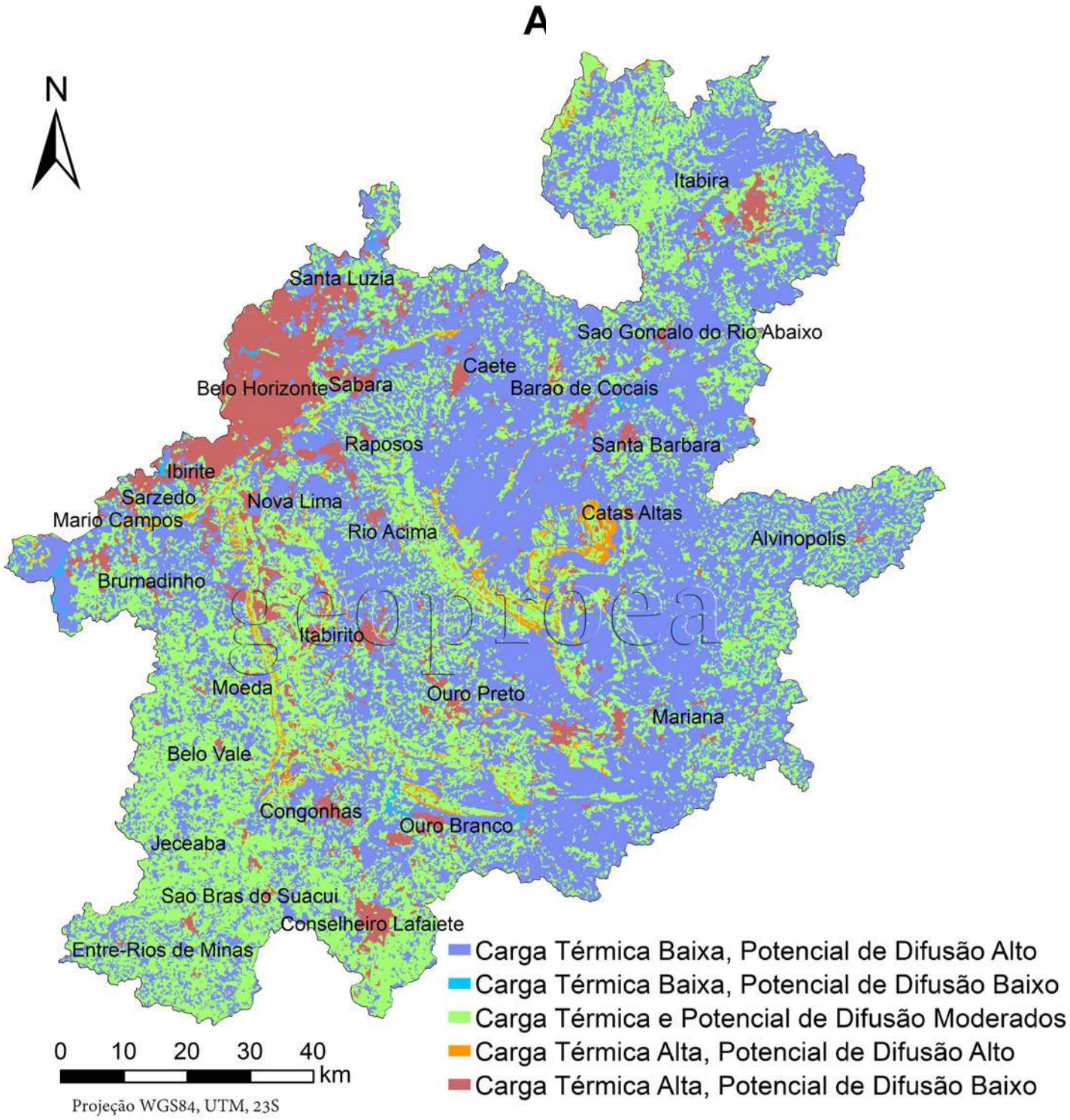
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

ANÁLISE CLIMÁTICA - CARGA TÉRMICA E POTENCIAL DE DIFUSÃO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Aster DEM, Sentinel 2 2A, LULC Esri 2020, Altura das Edificações

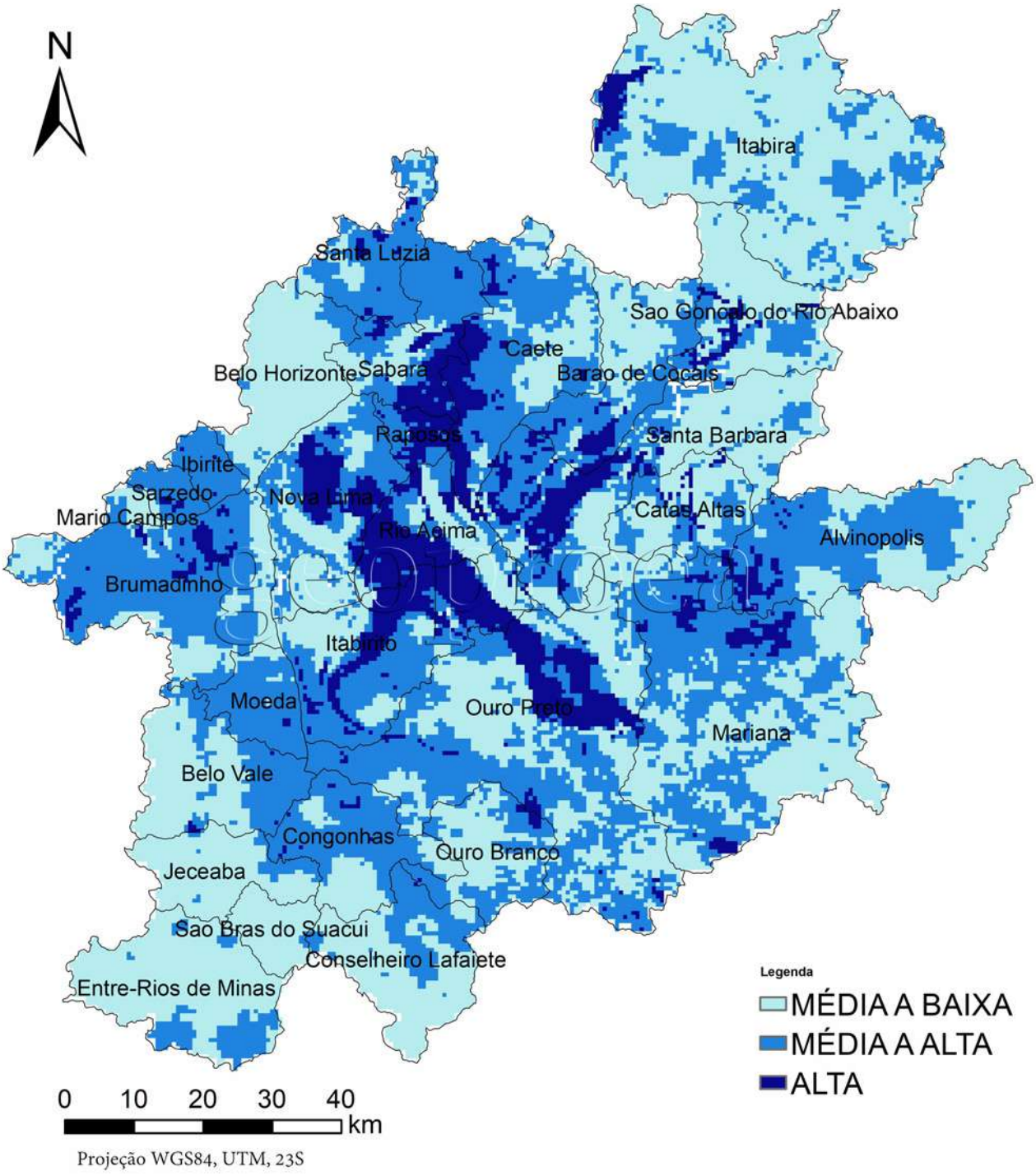
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

IMPORTÂNCIA HÍDRICA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



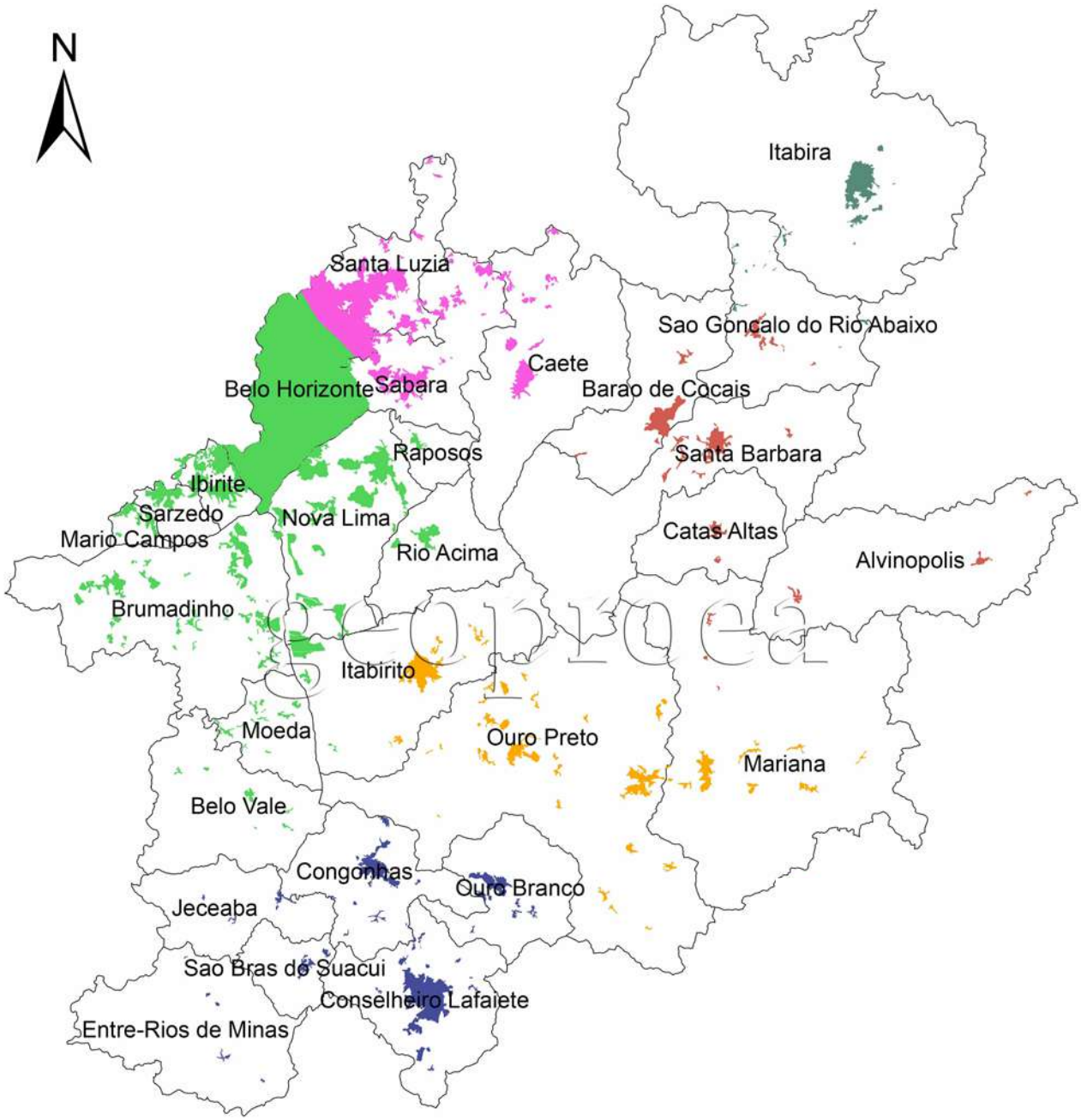
Fonte da base cartográfica: IBGE, Aster DEM, ANA, IGAM

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

MANCHAS URBANAS E ÁREAS DE INFLUÊNCIA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Projeção WGS84, UTM, 23S

- Belo Horizonte; S. Moeda; BR 040
- Santa Luzia/Caeté; S. Piedade; BR 381
- Conselheiro Lafaiete/Congonhas/Ouro Branco; S. Ouro Branco; BR 040
- Itabira; S. dos Alves; BR 381/MG 129
- Ouro Preto/Mariana/Itabirito; S. Ouro Preto; BR 356
- S. Bárbara/Barão Cocais/Catas Altas/S. Gonçalo Rio Abaixo; S. Caraça/Gandarela; MG 129

Fonte da base cartográfica: IBGE, Aster DEM, Sentinel 2 2A, LULC Esri 2020, Altura das Edificações PBH

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

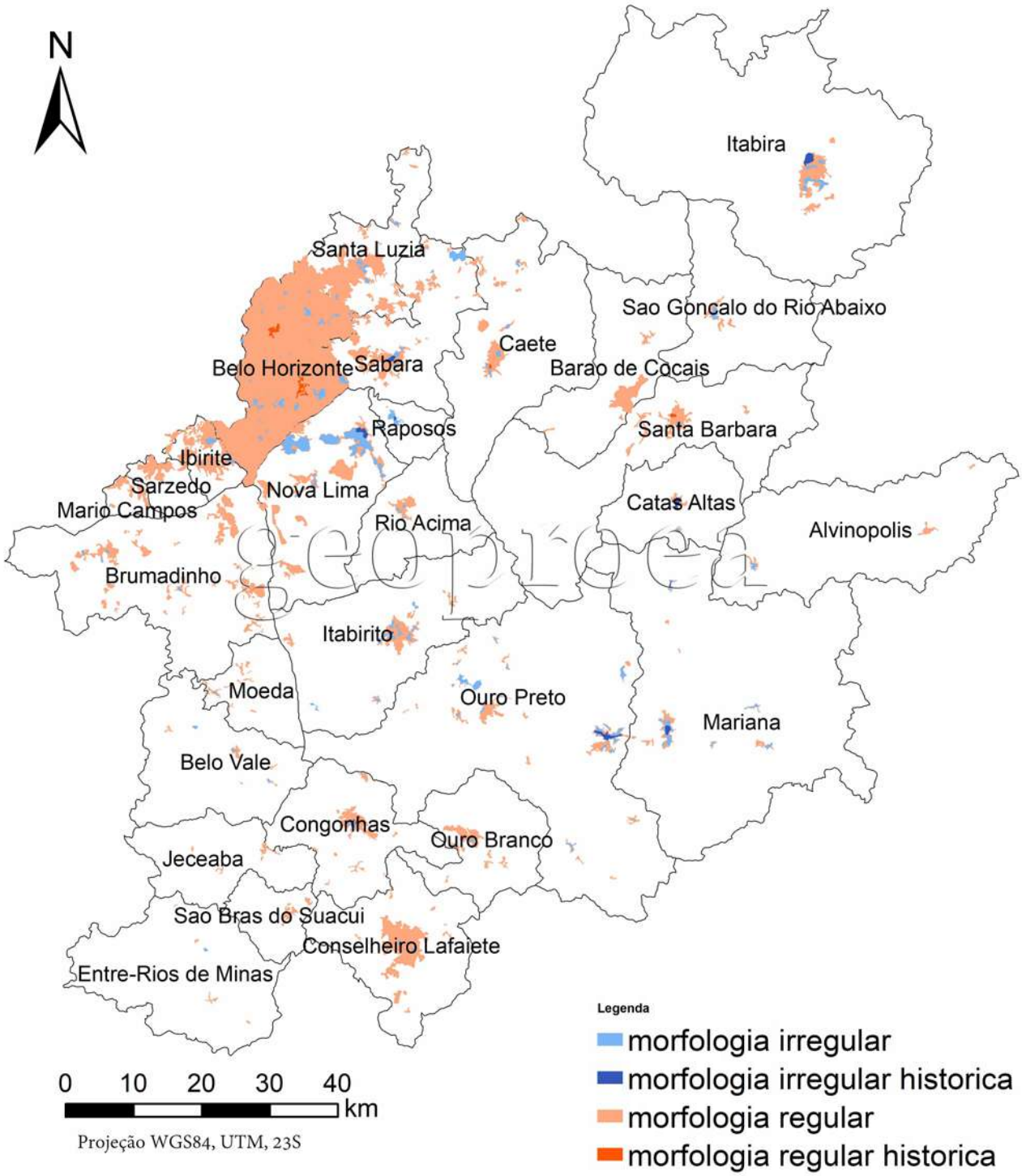
EA UFMG GEOPROCESSAMENTO

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

MORFOLOGIA URBANA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Imagens Sentinel 2A, Google Earth

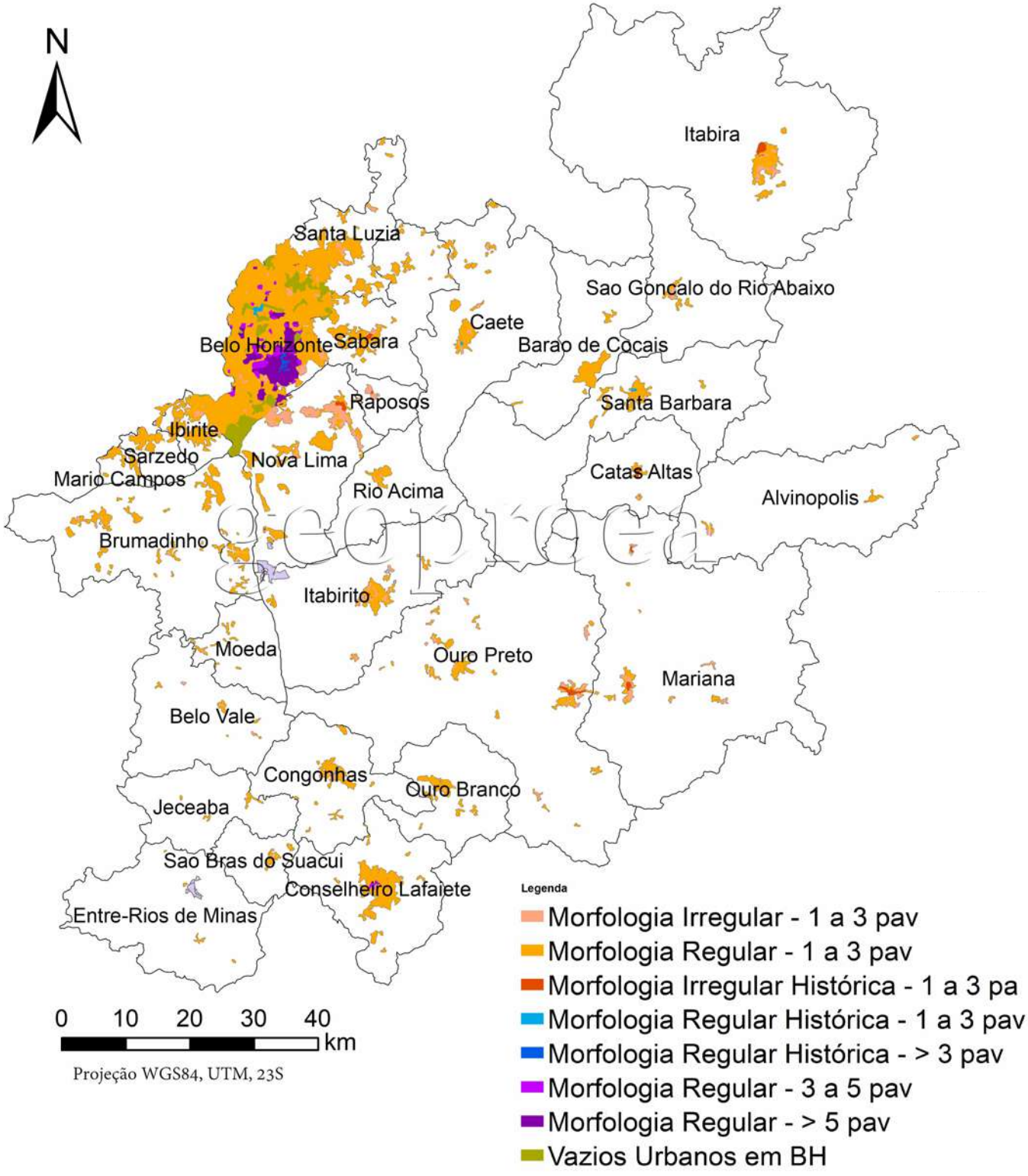
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

MORFOLOGIA URBANA E VERTICALIZAÇÃO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Aster DEM, Sentinel 2 2A, LULC Esri 2020, Altura das Edificações PBH

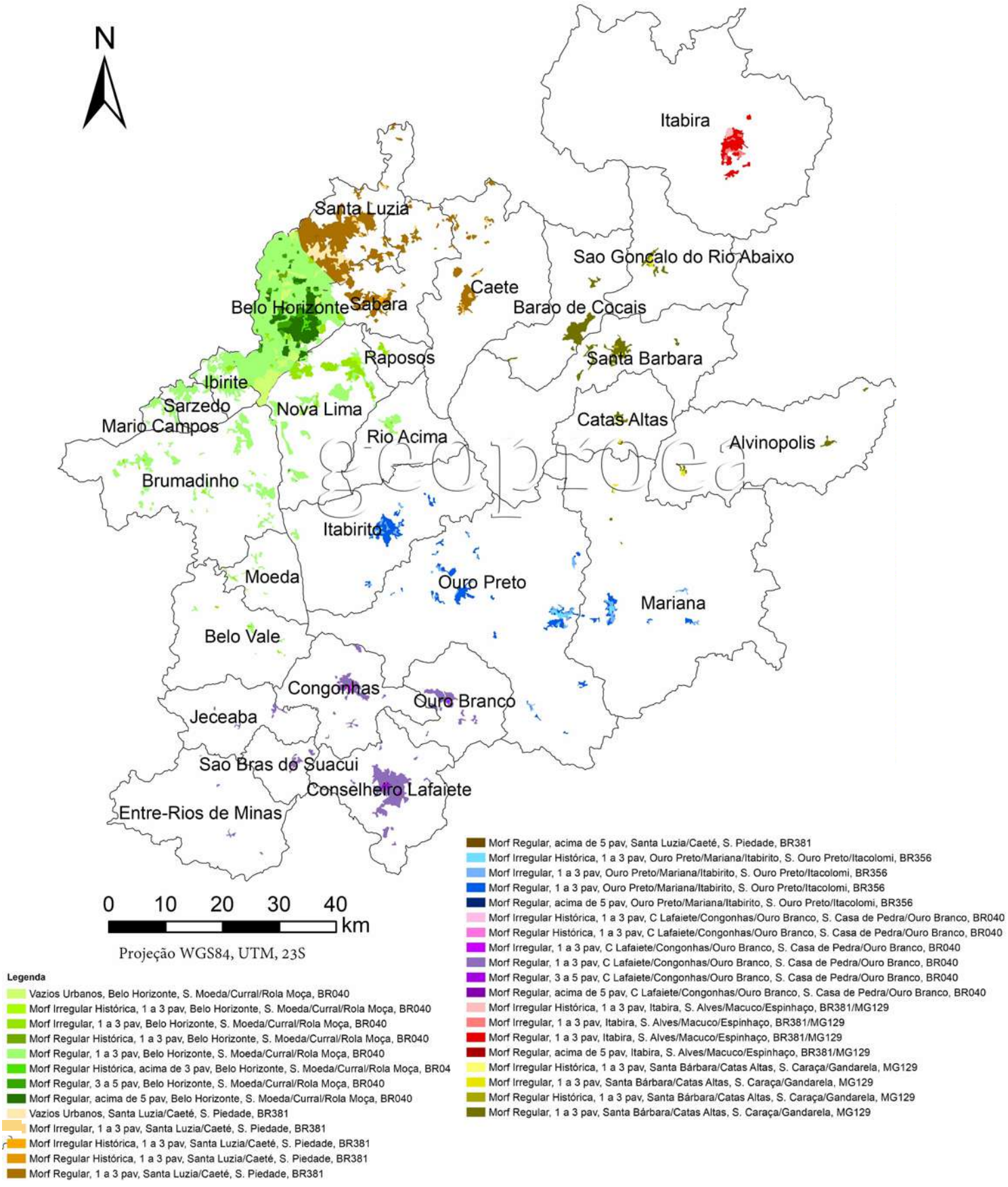
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

MORFOLOGIA URBANA E VERTICALIZAÇÃO E ÁREAS DE INFLUÊNCIA - QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



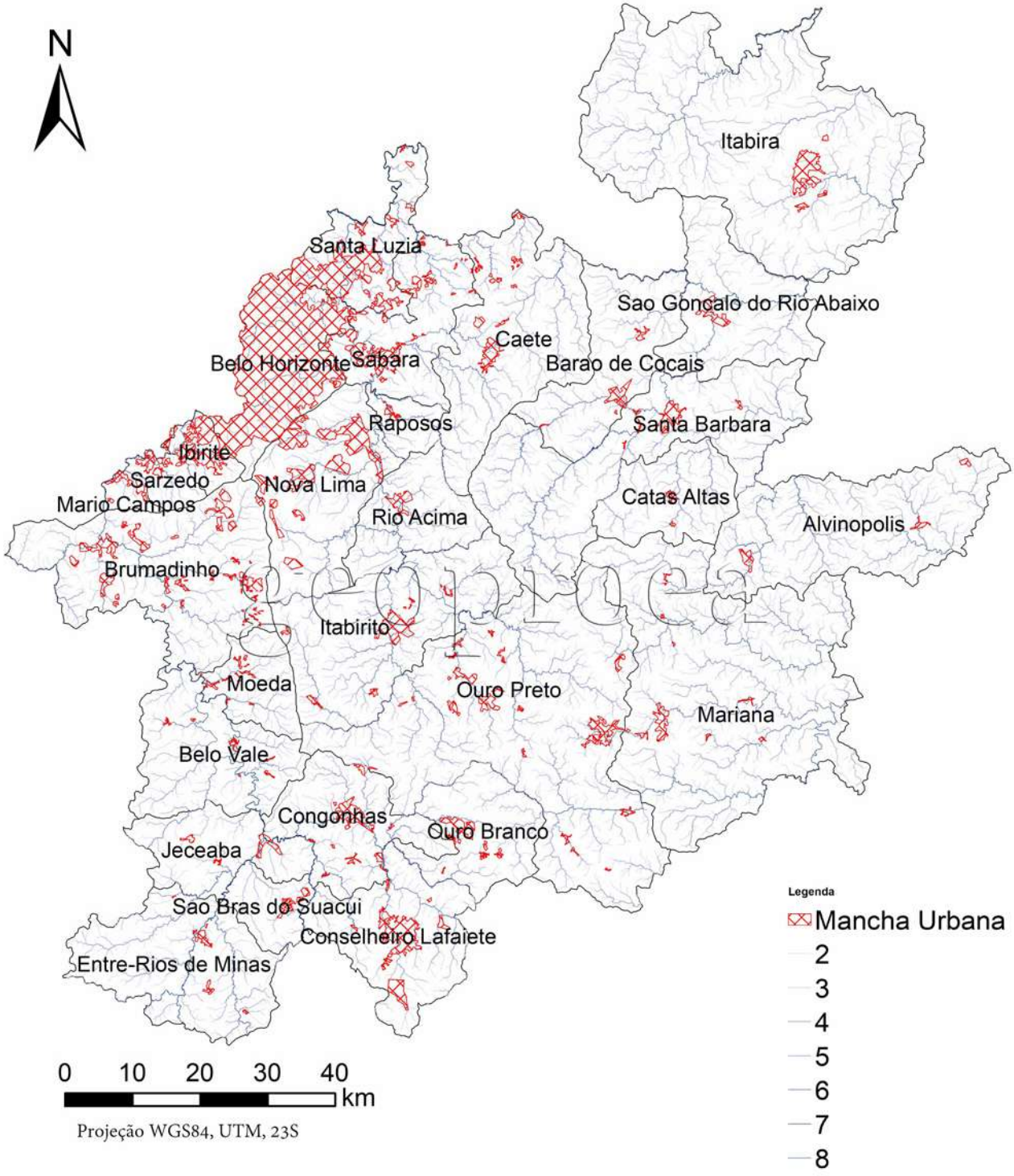
Fonte da base cartográfica: IBGE, Aster DEM, Sentinel 2 2A, LULC Esri 2020, Altura das Edificações PBH

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

REDE HÍDRICA E MANCHA URBANA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Sentinel 2A, Aster DEM, ANA, IGAM, SISEMA

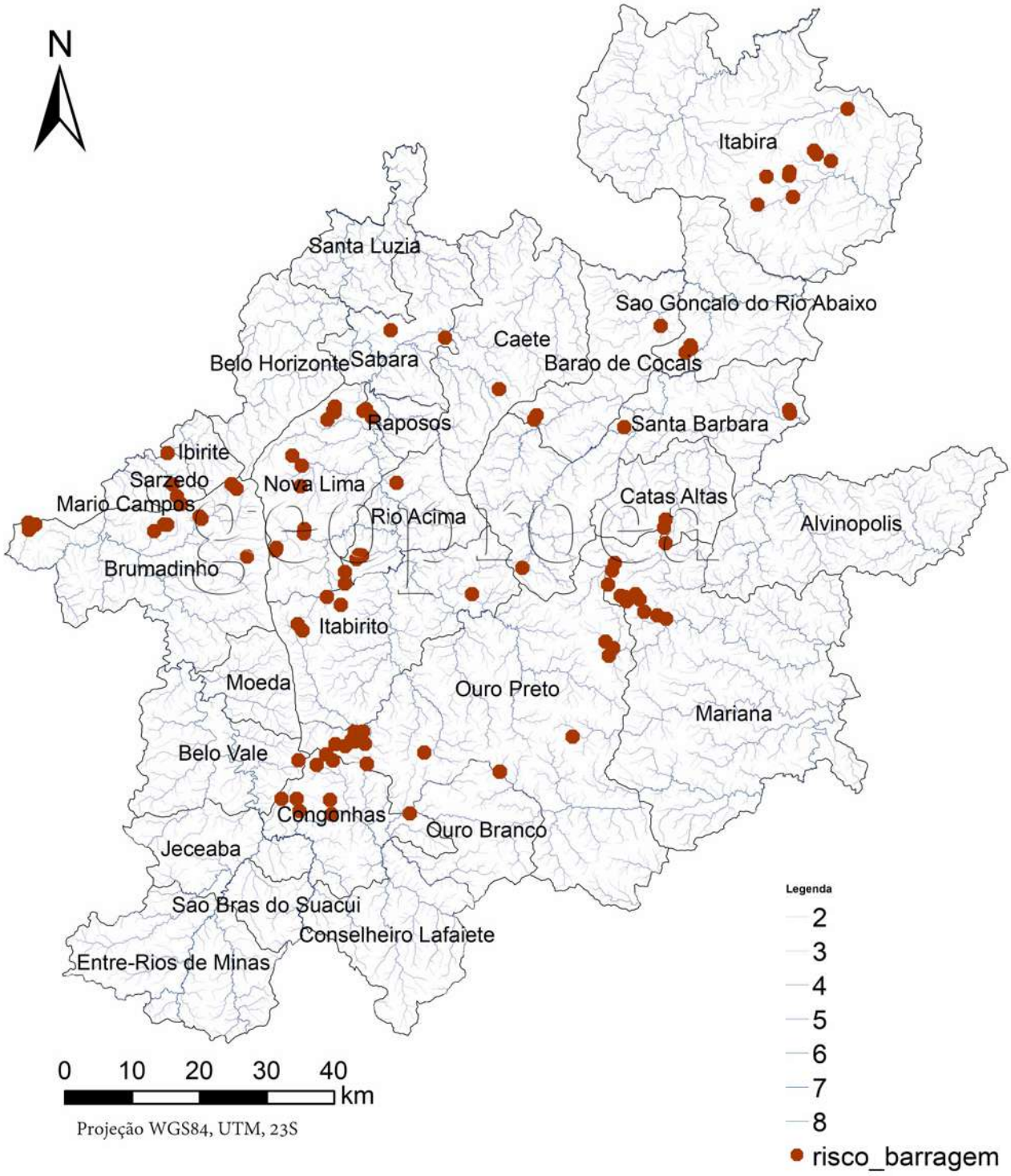
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

REDE HÍDRICA E RISCO DE BARRAGENS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Sentinel 2A, Aster DEM, ANA, IGAM, SISEMA

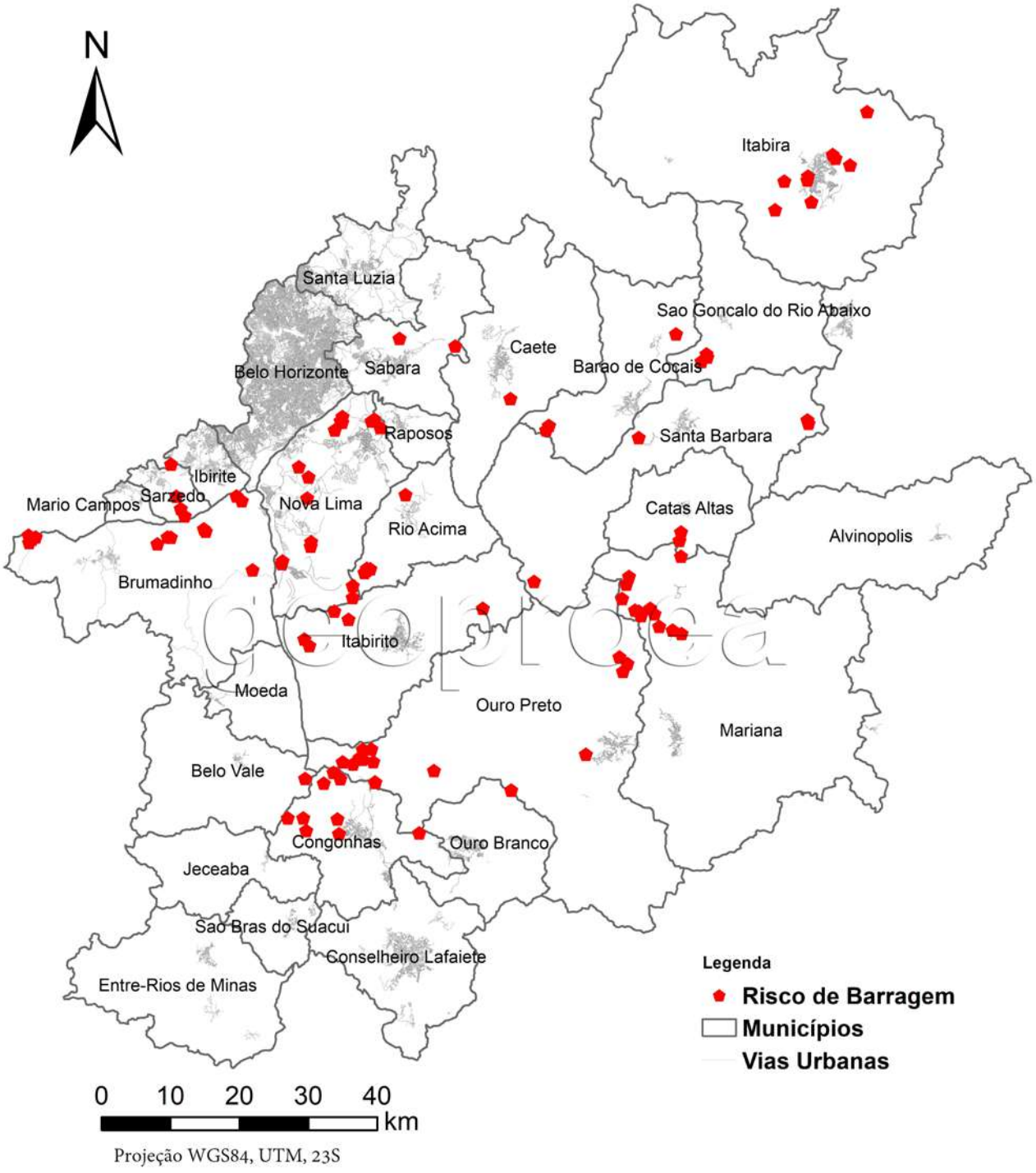
UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

RISCO DE BARRAGENS E MANCHA URBANA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA

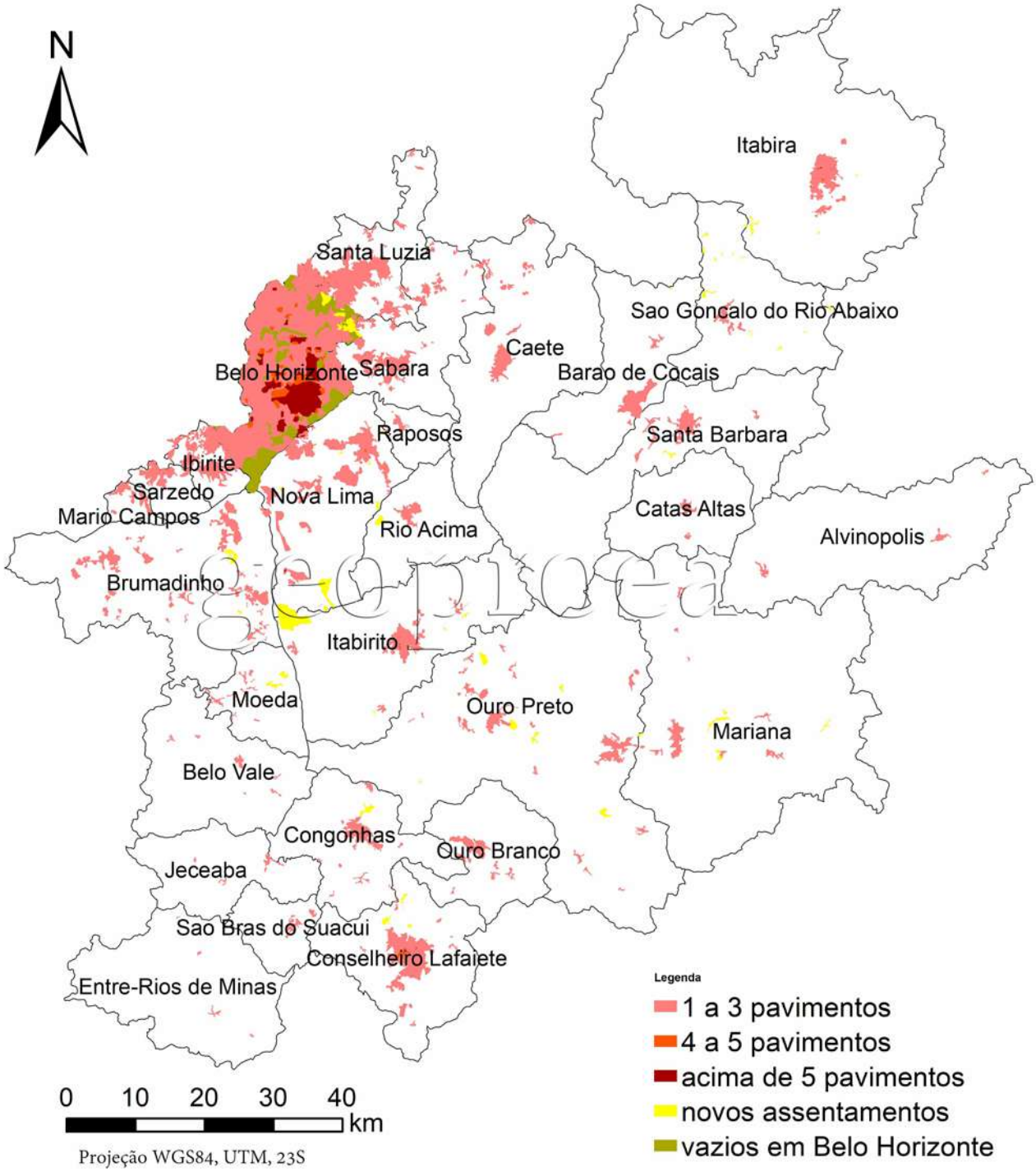
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

VOLUMETRIA EDIFICADA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG

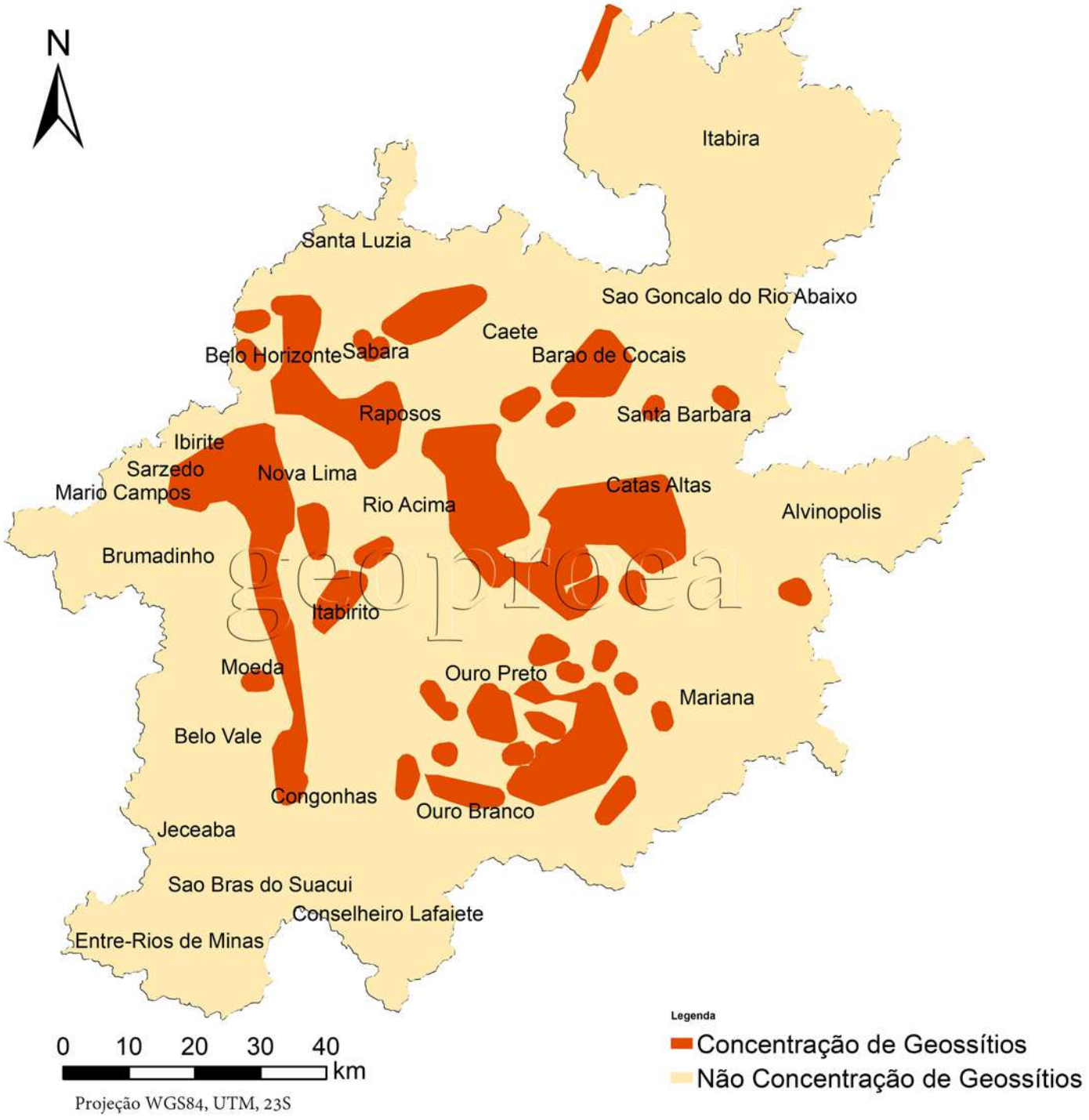


Fonte da base cartográfica: IBGE, Imagens Sentinel 2A, Altura das Edificações PBH, Google Earth

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.
havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

CONCENTRAÇÃO DE GEOSÍTIOS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, ICMBio, INDE

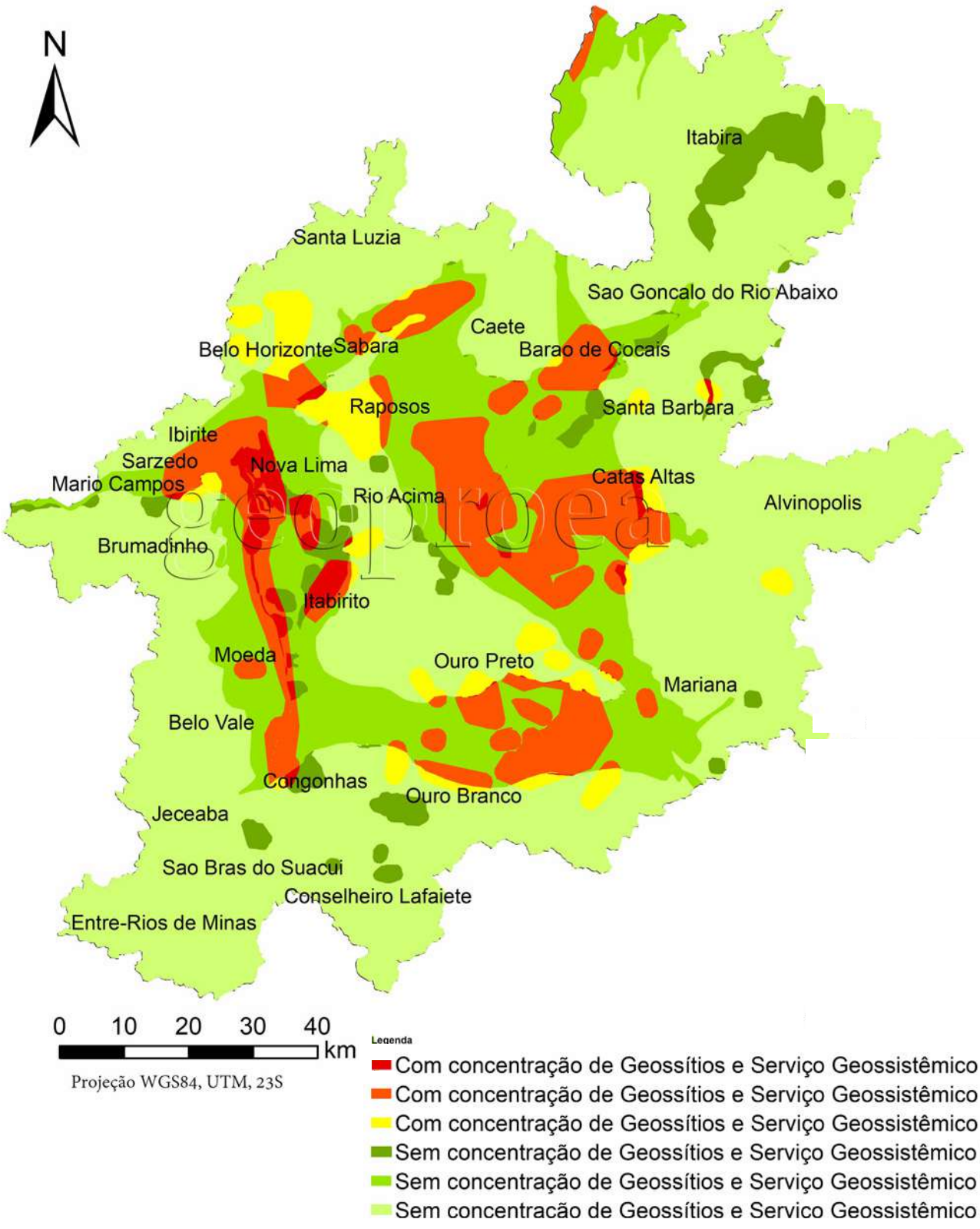
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

CONCENTRAÇÃO DE GEOSÍTIOS E SERVIÇOS GEOSSISTÊMICOS - QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, ICMBio, INDE, DNPM

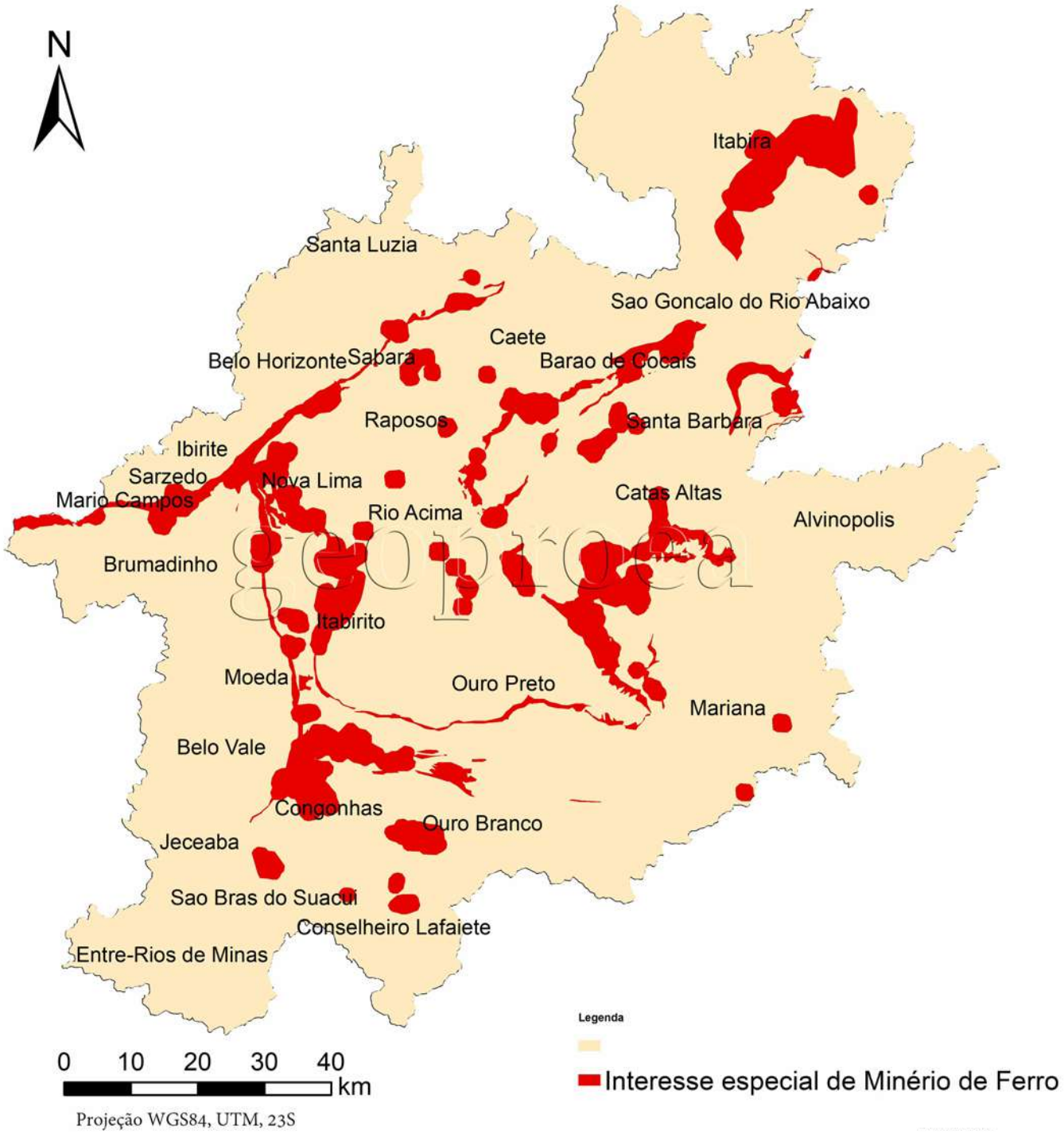
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

INTERESSE EM MINÉRIO DE FERRO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, DNPM

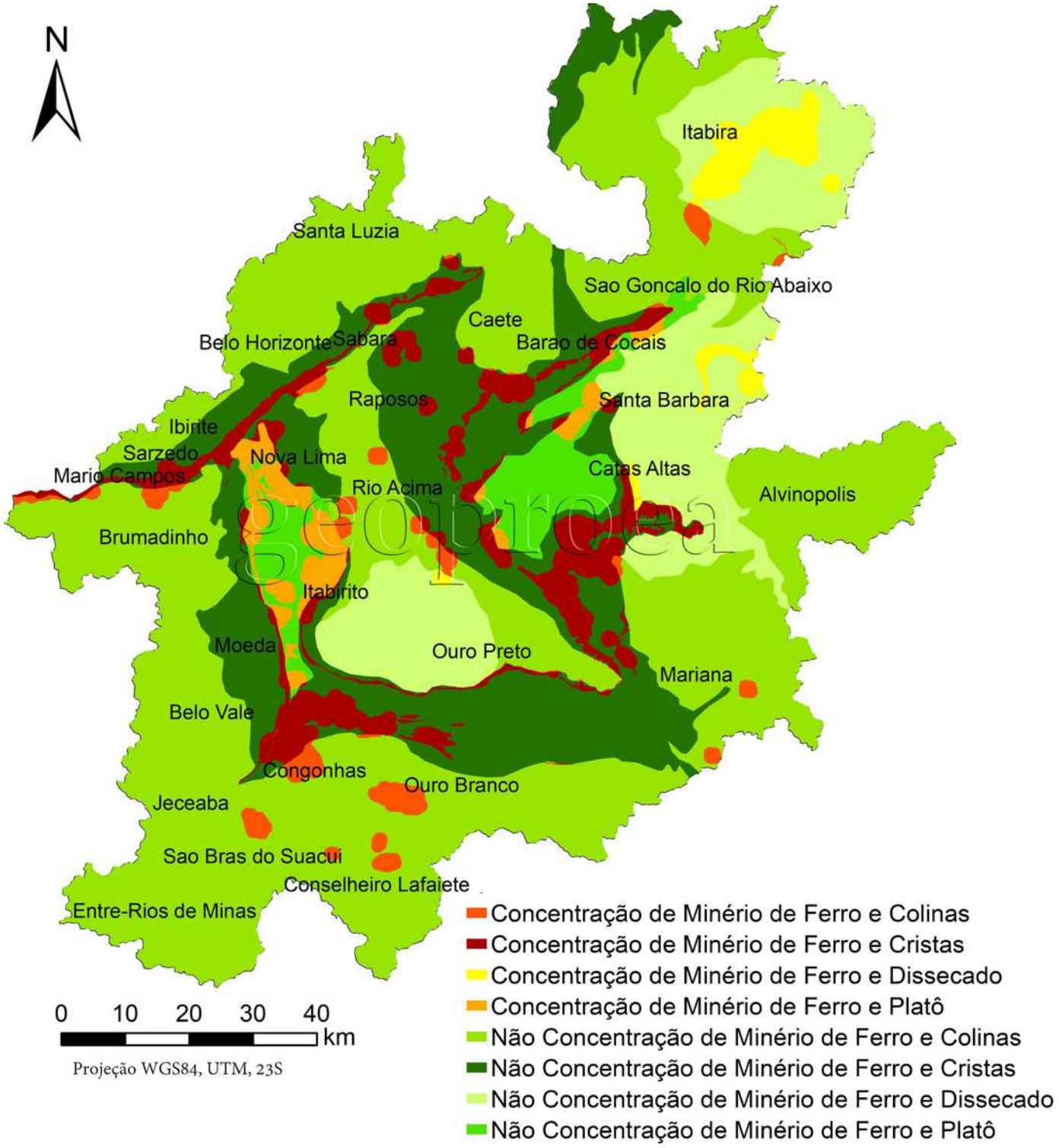
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

MINÉRIO DE FERRO E GEOMORFOLOGIA
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, DNPM

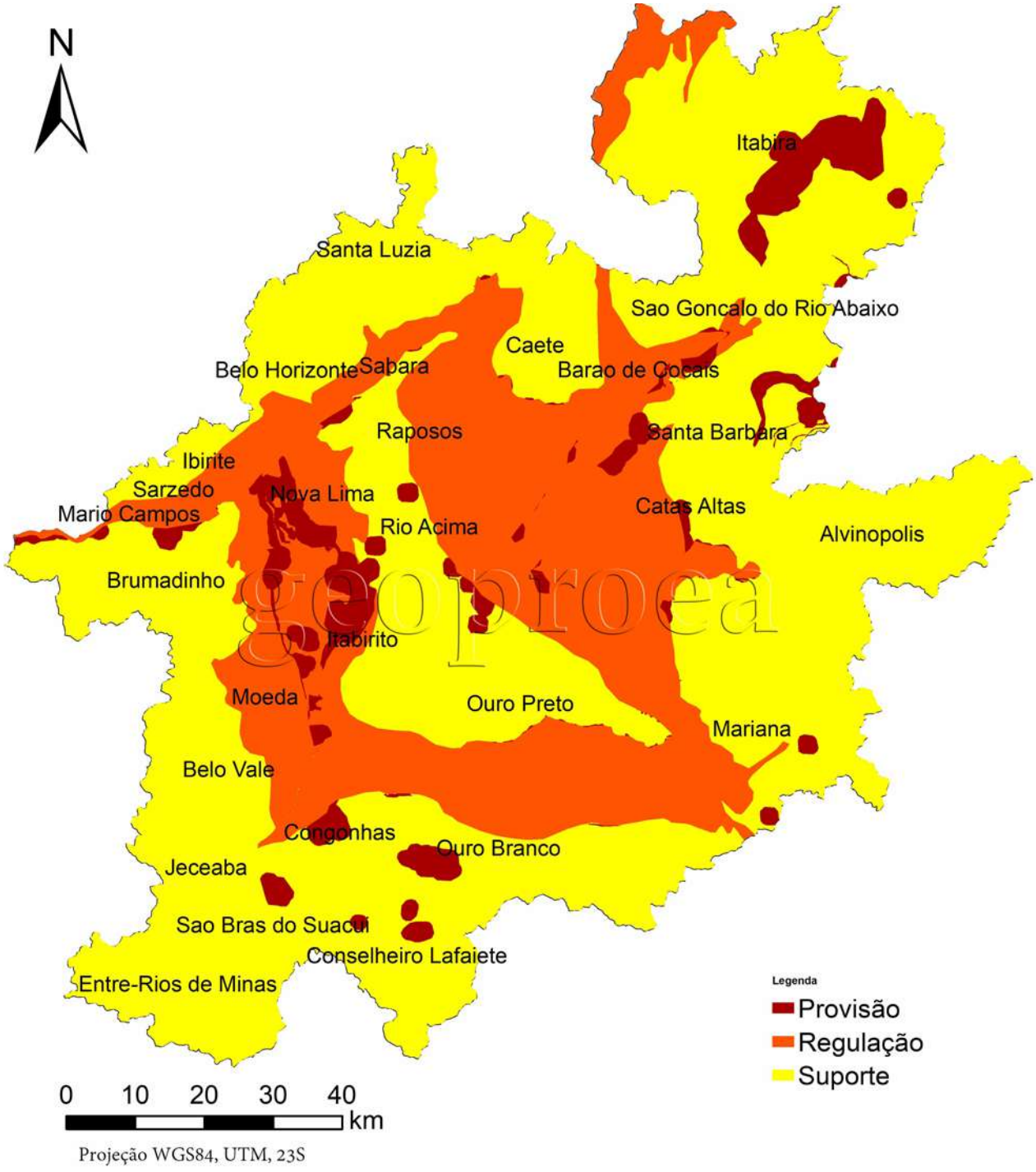
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

SERVIÇOS GEOSSISTÉMICOS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



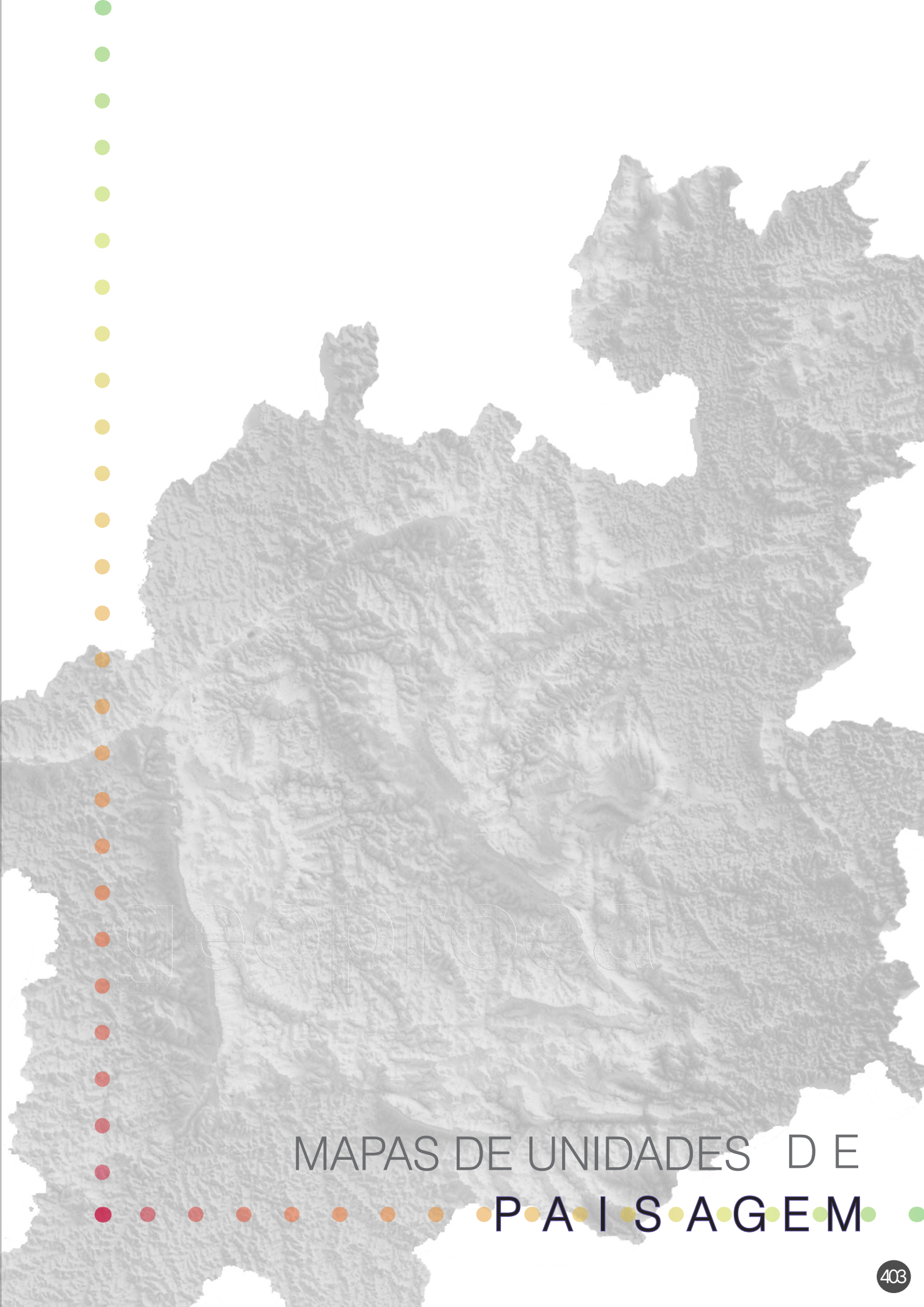
Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, ICMBio, INDE, DNPM

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

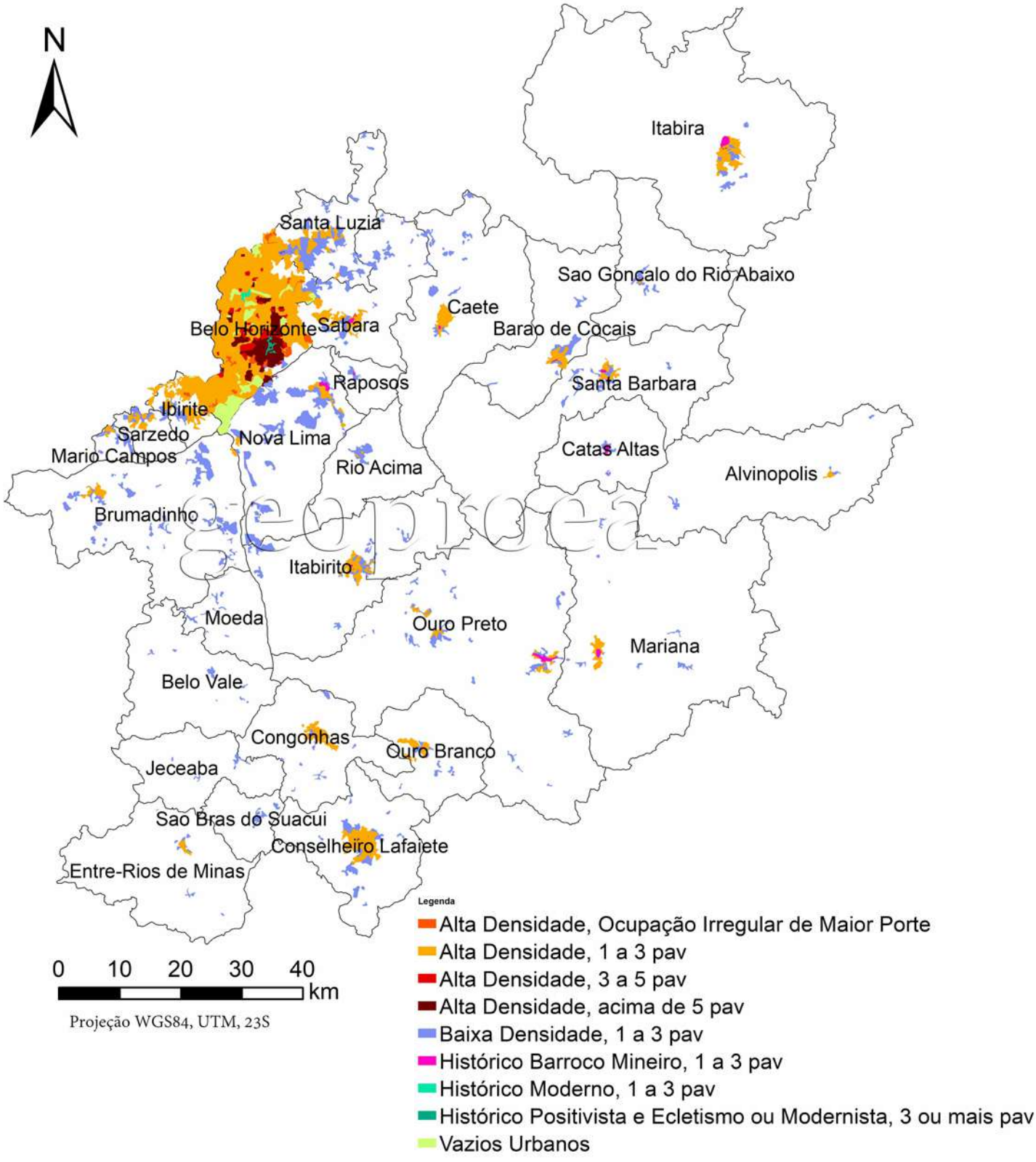
Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br



MAPAS DE UNIDADES DE PAISAGEM

UNIDADES DE PAISAGEM NAS ÁREAS URBANAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, Aster DEM, Sentinel 2 2A, LULC Esri 2020, Altura das Edificações PBH

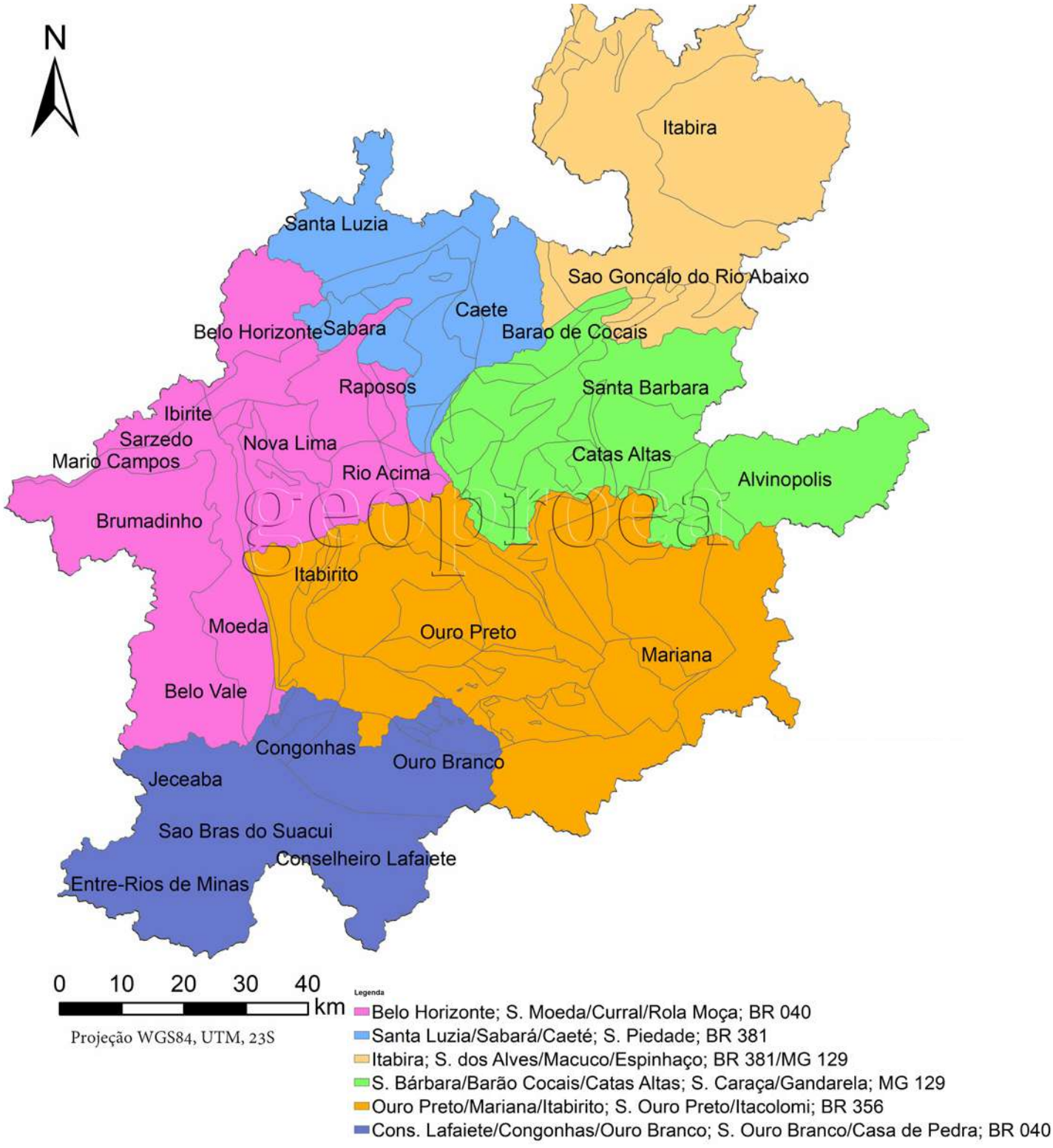
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

UNIDADES DE PAISAGEM INFLUÊNCIA URBANA QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, INDE, Imagens Sentinel 2A, Aster DEM, DER-MG

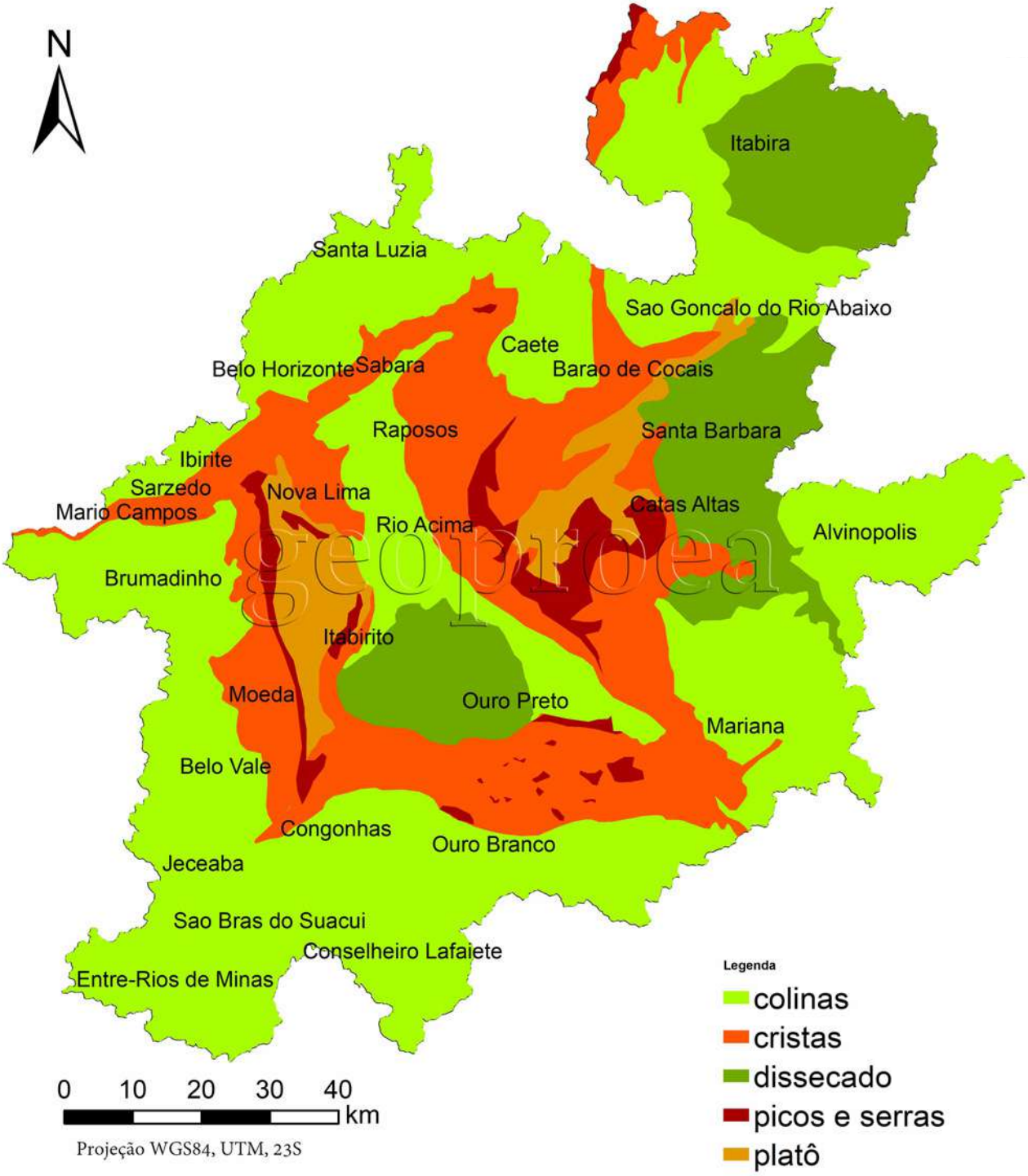
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

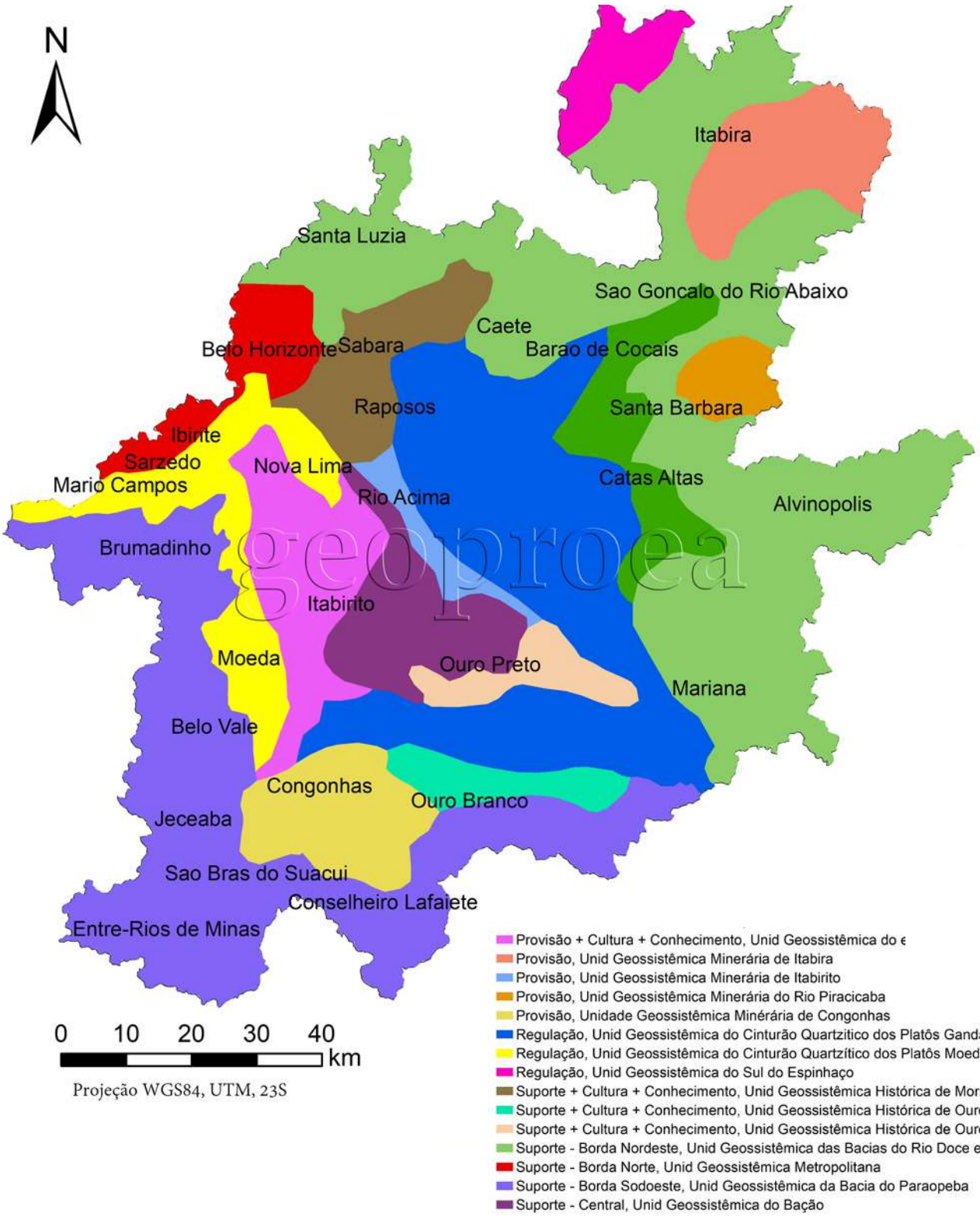
GEOPROCESSAMENTO

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

UNIDADES DE PAISAGEM GEOSSISTÉMICAS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, DNPM, ICMBio

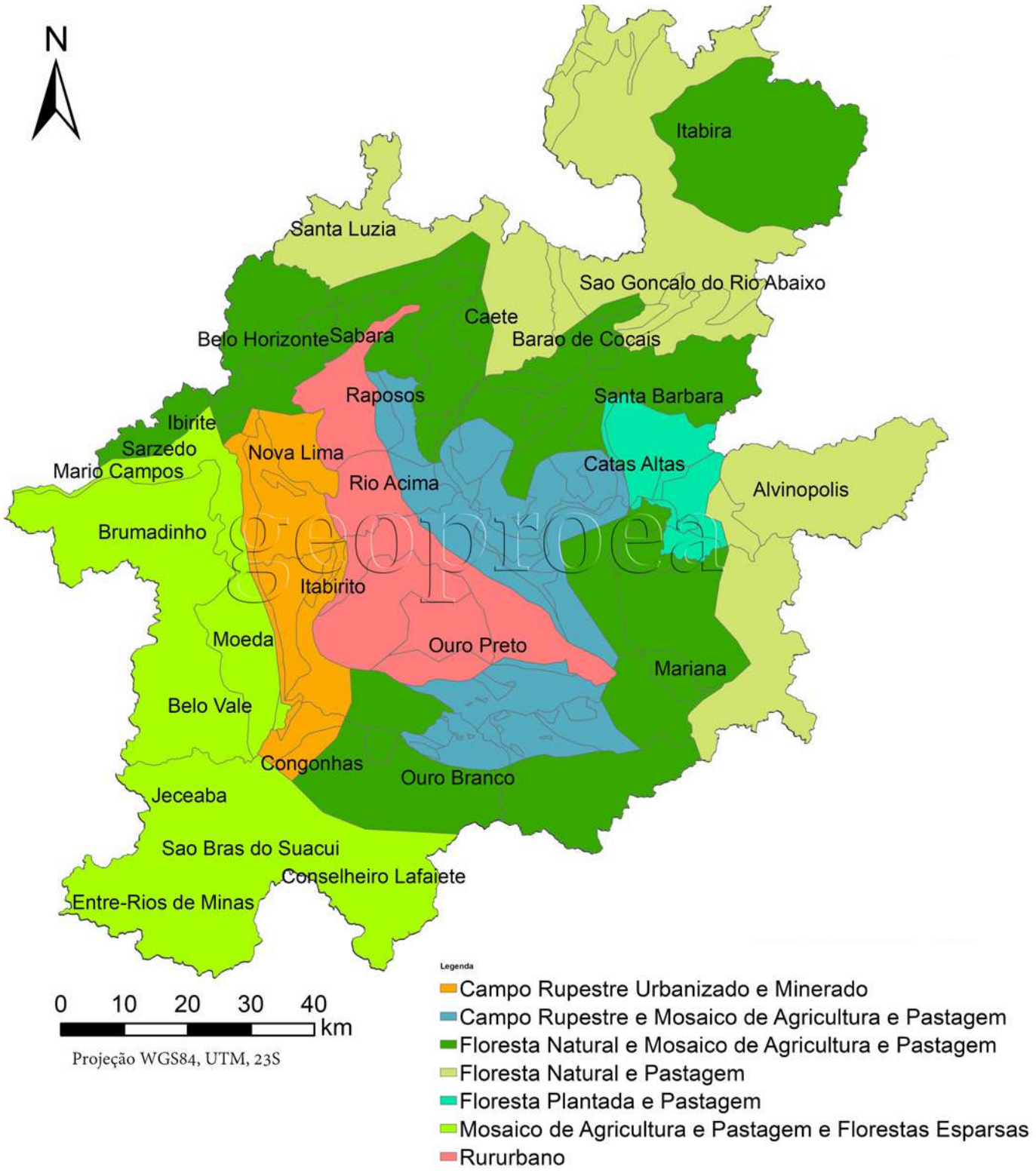
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

UNIDADES DE PAISAGEM RURAIS
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, INDE, Imagens Sentinel 2A, Aster DEM, DNPM

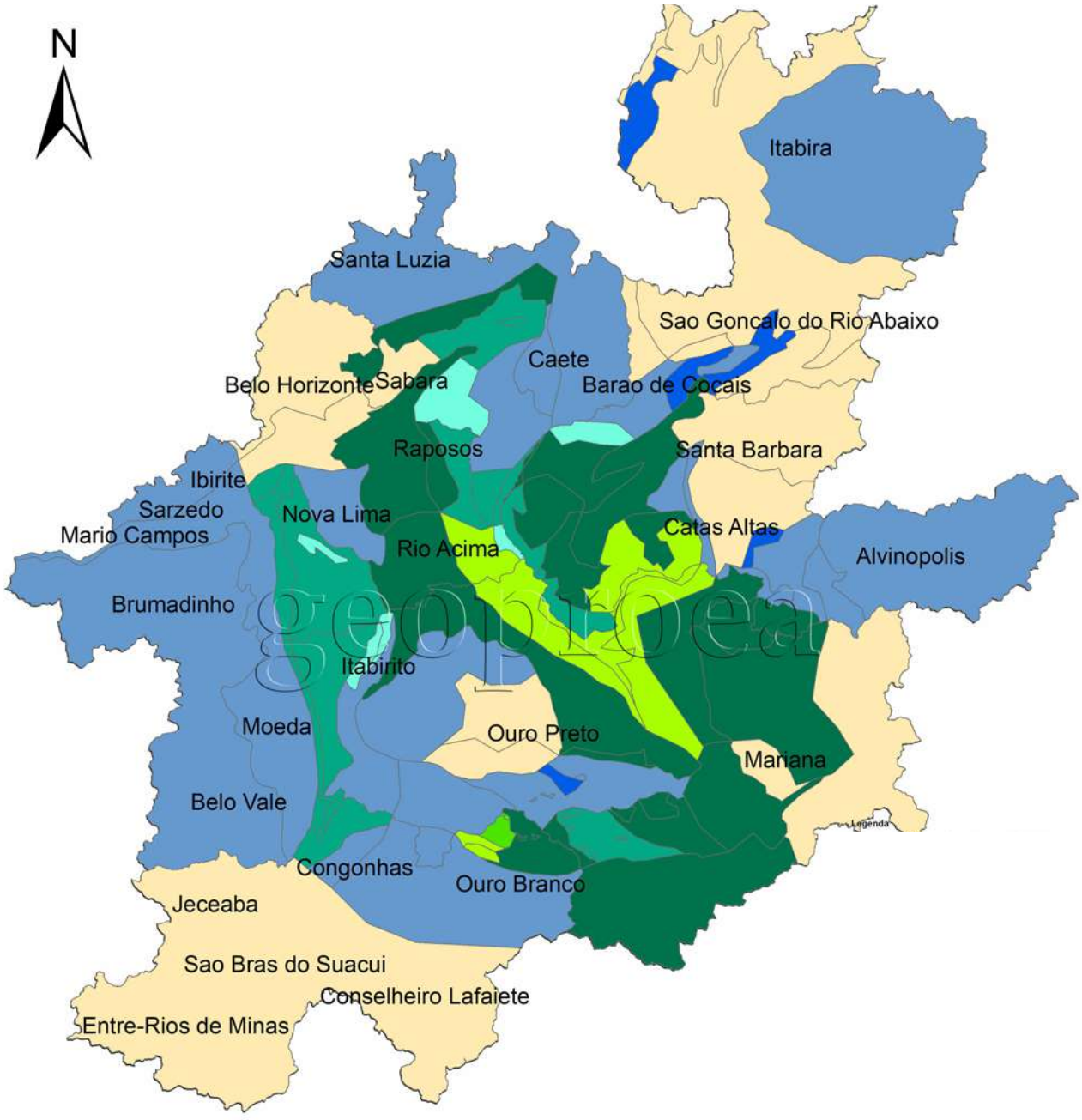
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

UNIDADES DE PAISAGEM AMBIENTAL QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, INDE, Imagens Sentinel 2A, Aster DEM

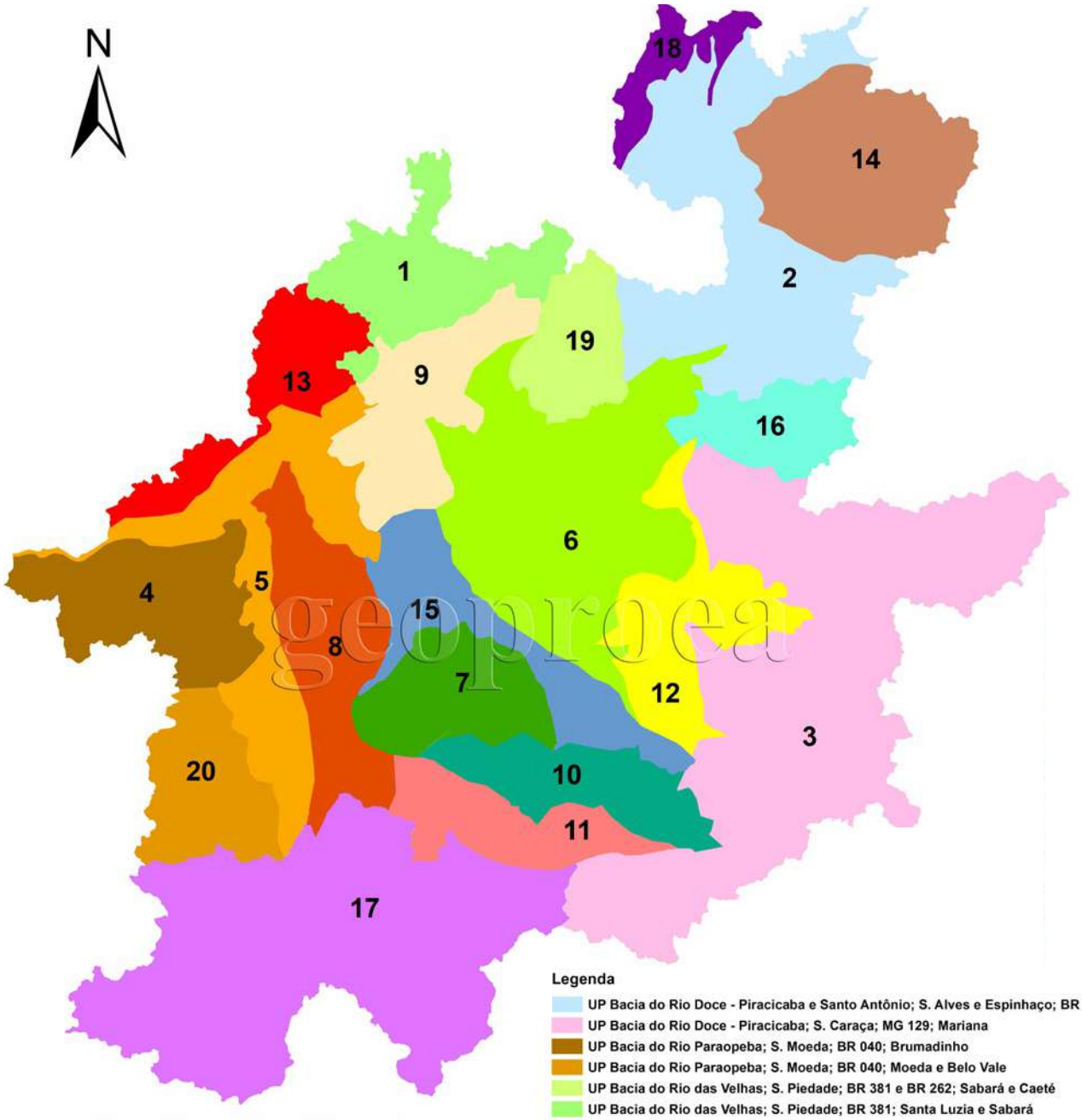
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

UNIDADES DE PAISAGEM ESTRUTURAIS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



geoprocessamento

Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, INDE, Imagens Sentinel 2A, Aster DEM, DER-MG

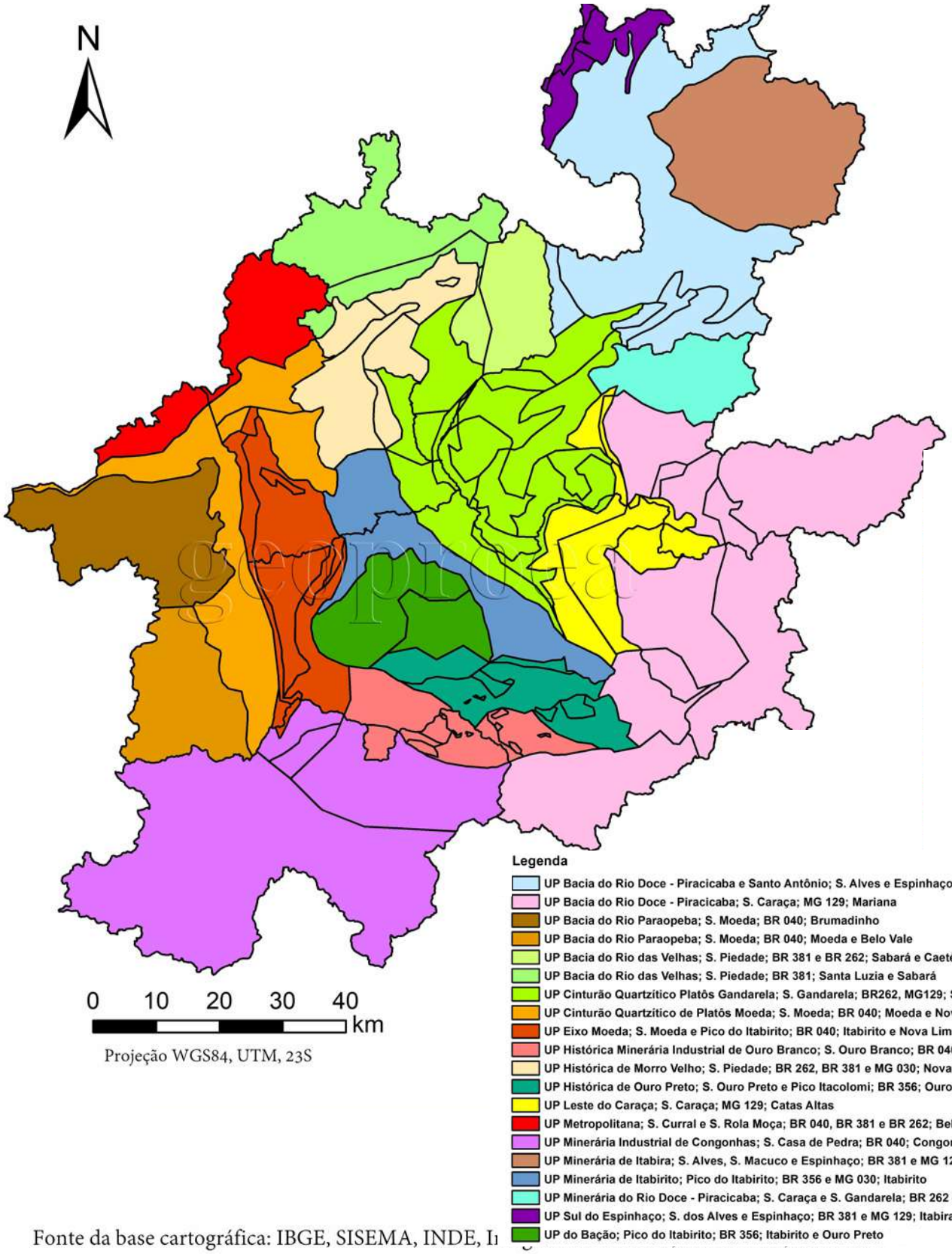
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

UNIDADES DE PAISAGEM ESTRUTURAIS E ÂMBITOS DE PAISAGEM - QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, INDE, I

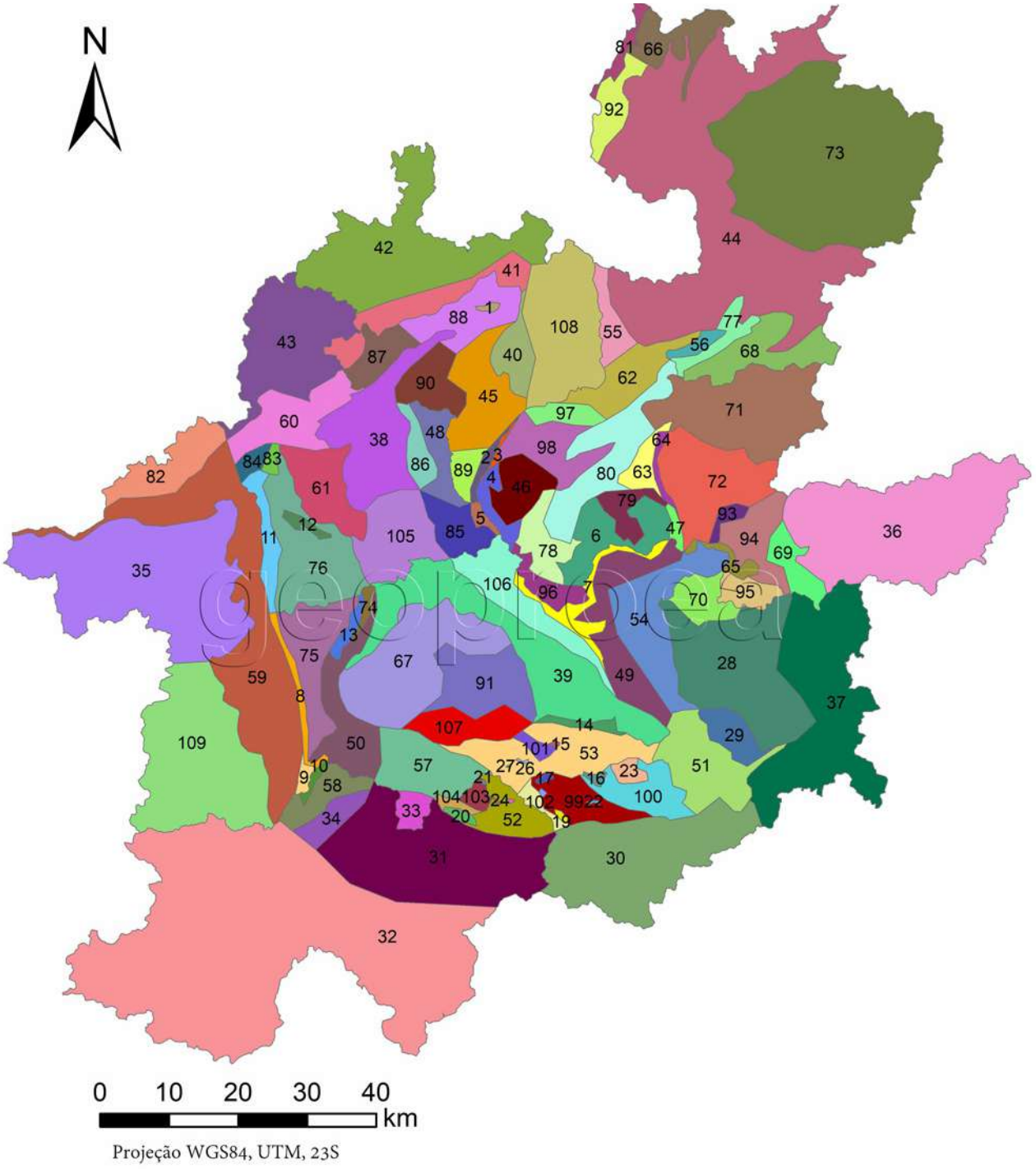
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

ÂMBITOS DE PAISAGEM
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Projeção WGS84, UTM, 23S

Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, INDE, Imagens Sentinel 2A, Aster DEM, DER-MG

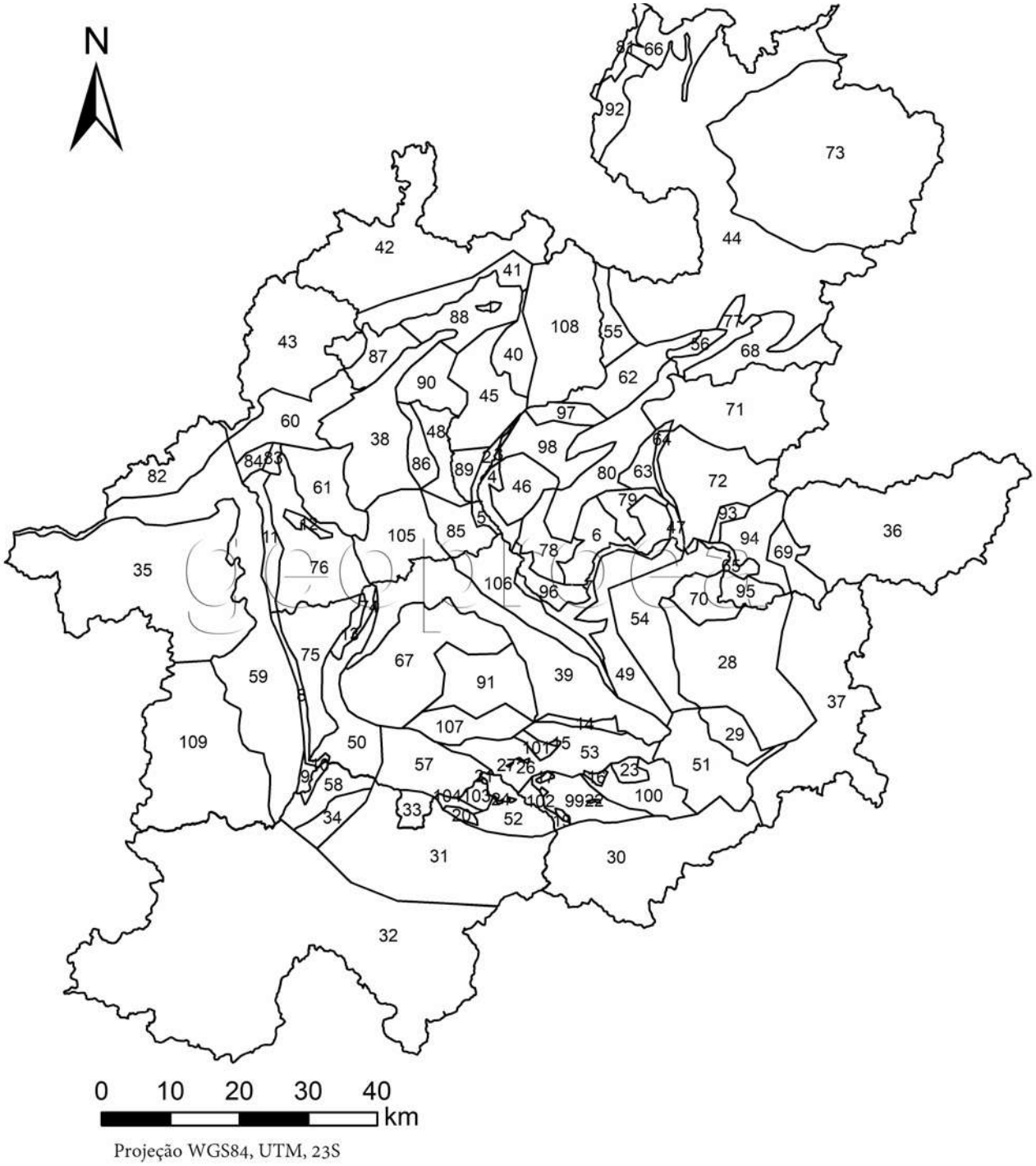
UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br

ÂMBITOS DE PAISAGEM
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



Projeção WGS84, UTM, 23S

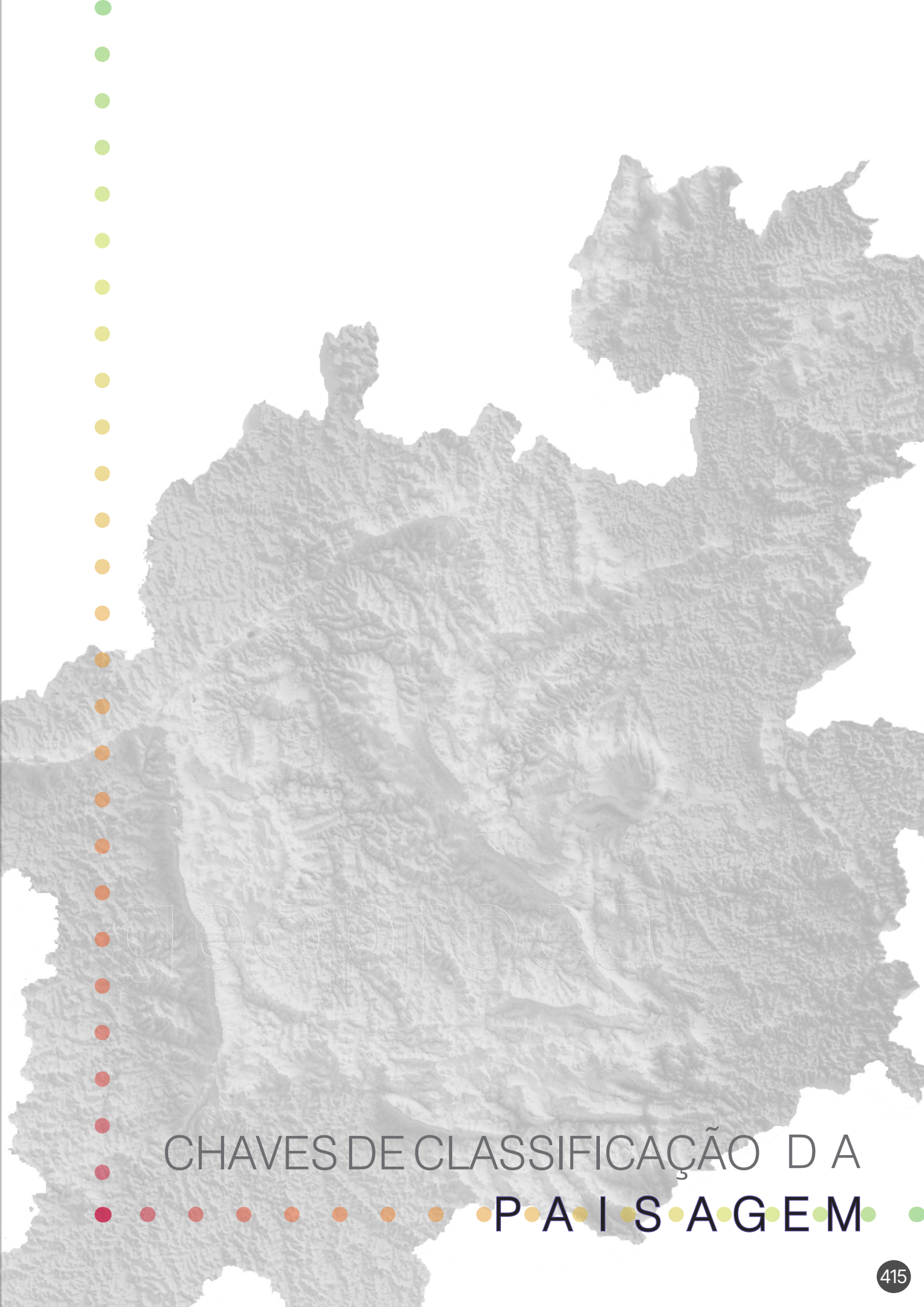
Fonte da base cartográfica: IBGE, SISEMA, INDE, Imagens Sentinel 2A, Aster DEM, DER-MG

UFMG UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

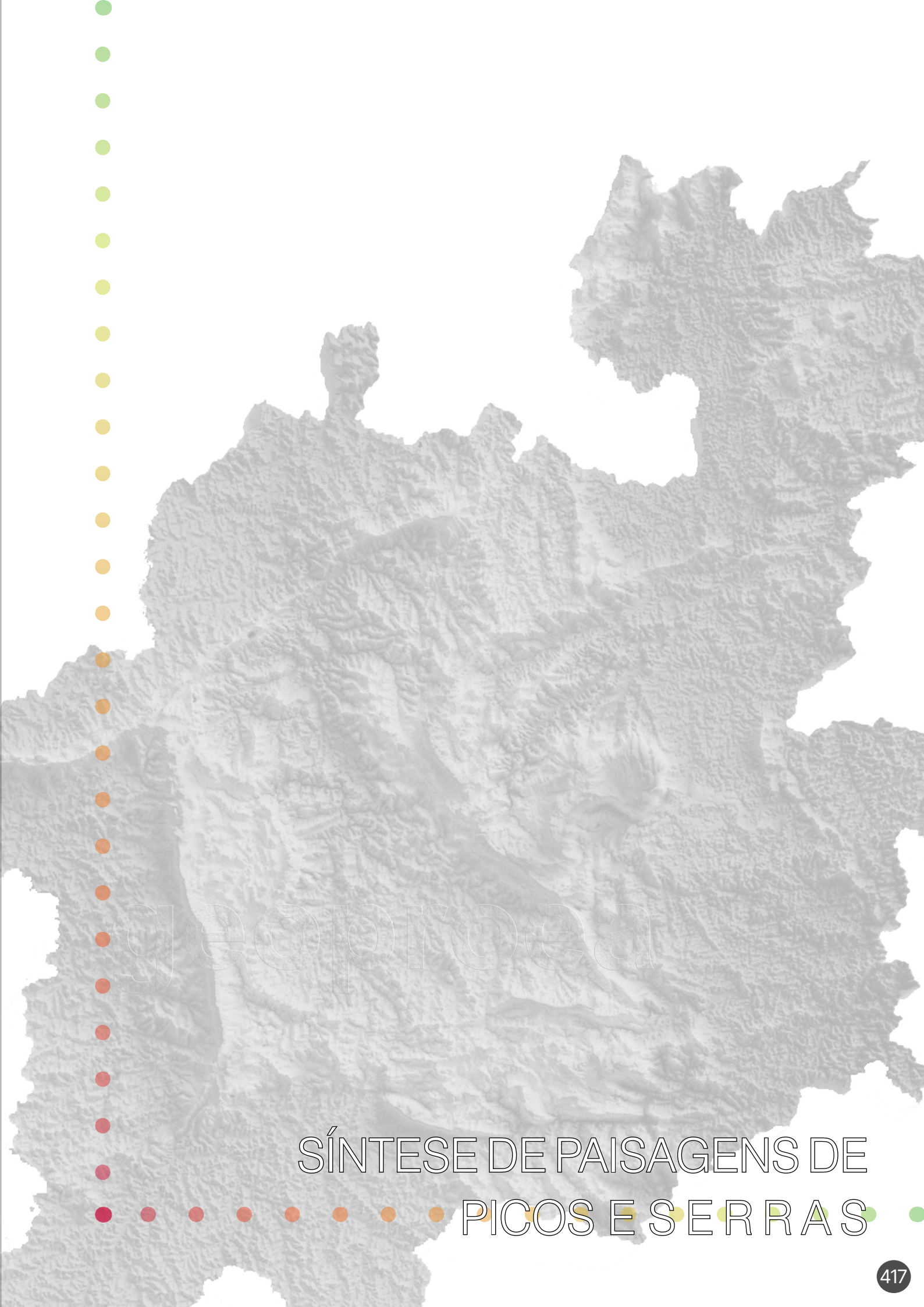
Elaboração: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG

Pesquisa CNPq 401066/2016-9 e Fapemig PPM-00368-18.

havendo interesse no uso, favor citar a fonte ou nos contatar no anaclara@ufmg.br



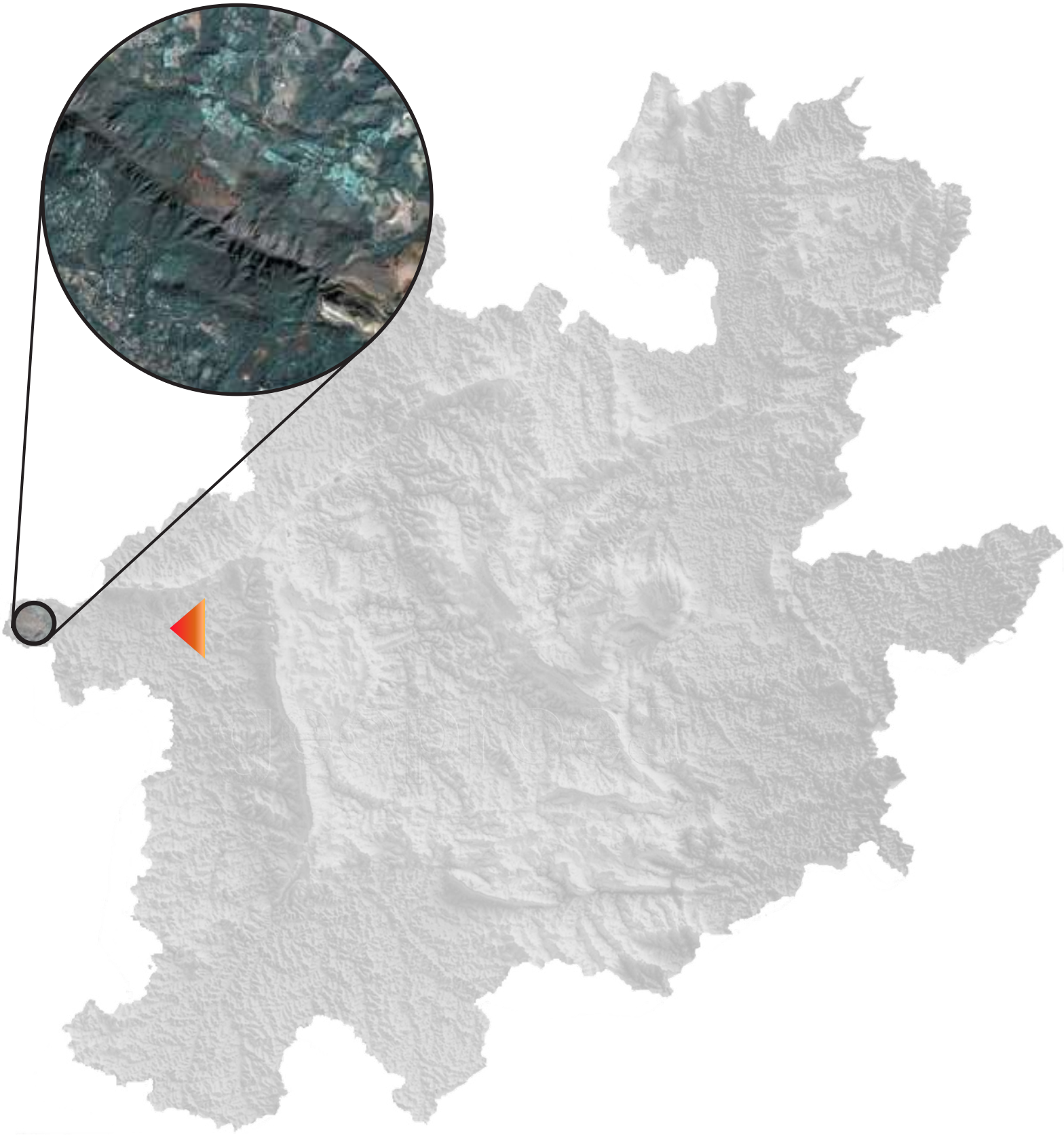
CHAVES DE CLASSIFICAÇÃO DA PAISAGEM



SÍNTESE DE PAISAGENS DE PICOS E SERRAS

SERRA DO ROLA MOÇA

SERRA DO ROLA MOÇA

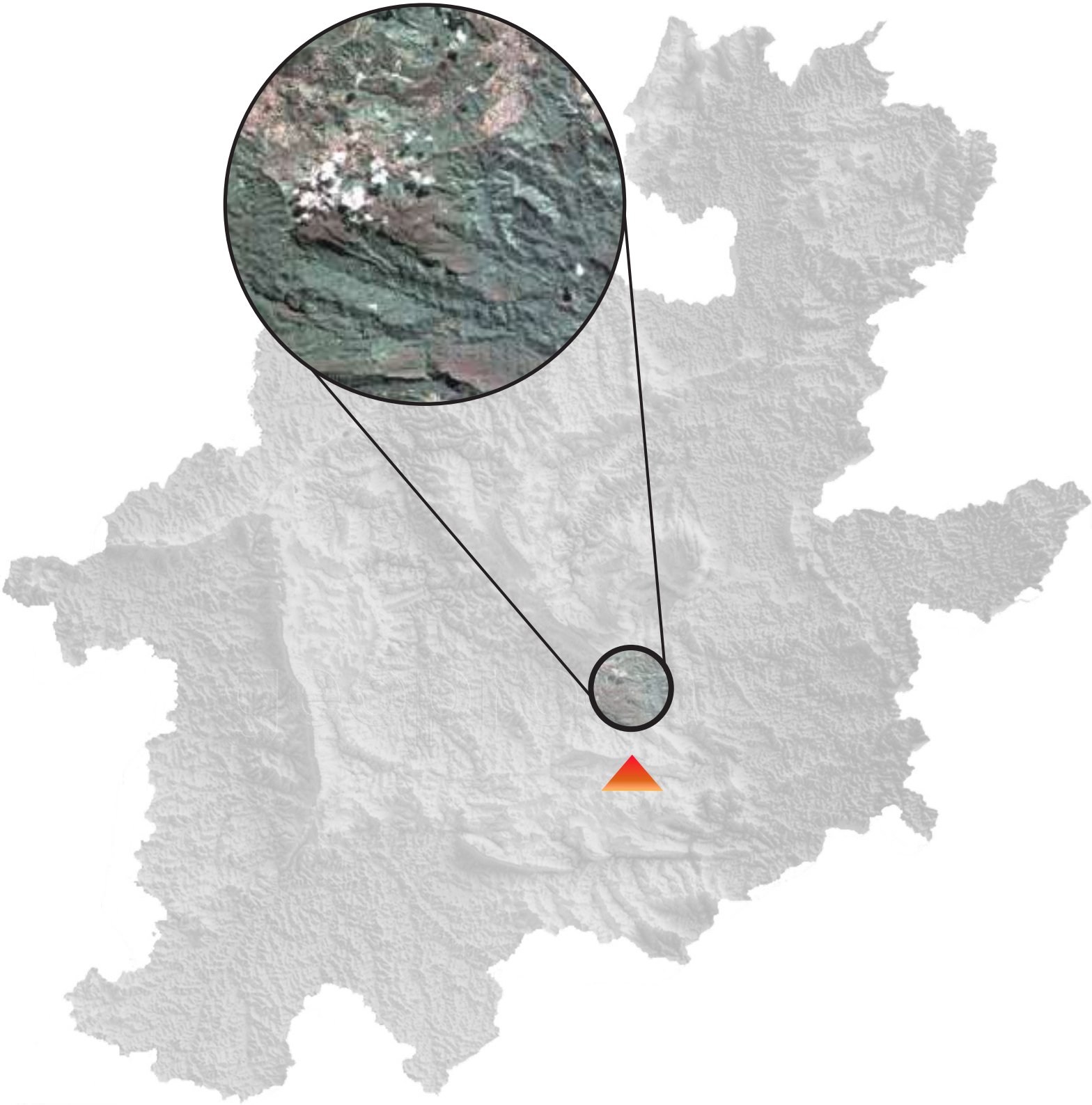


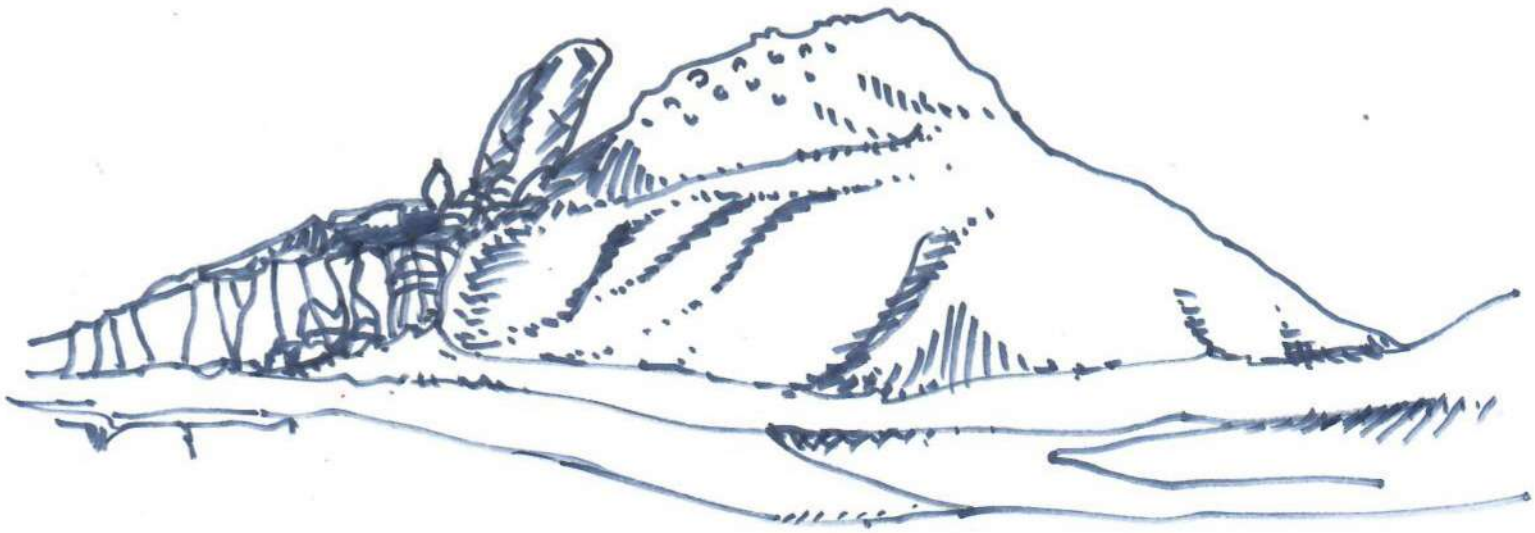
SERRA DO ROLA MOÇA

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

PICO DO ITACOLOMI

PICO DO ITACOLOMI

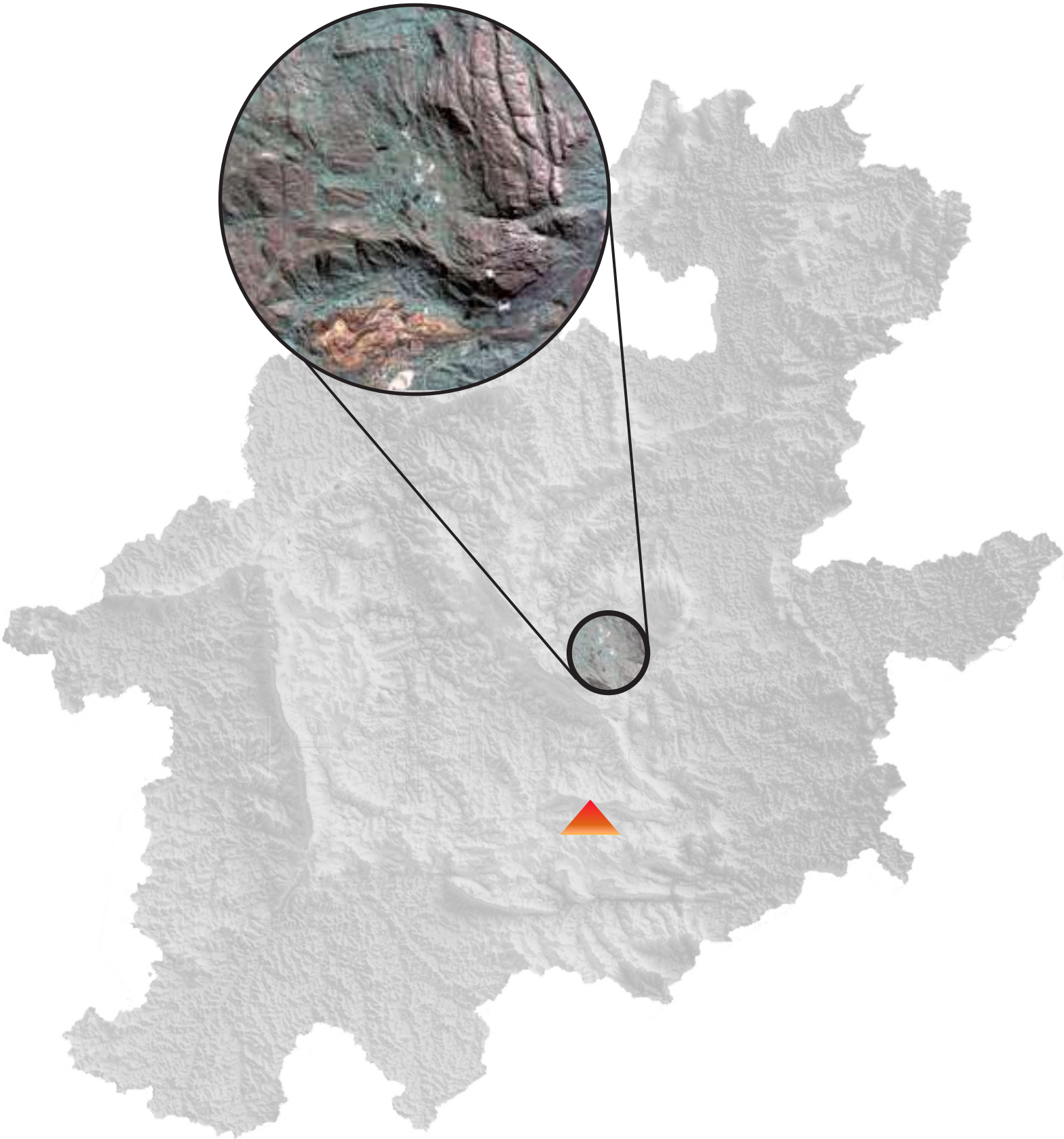




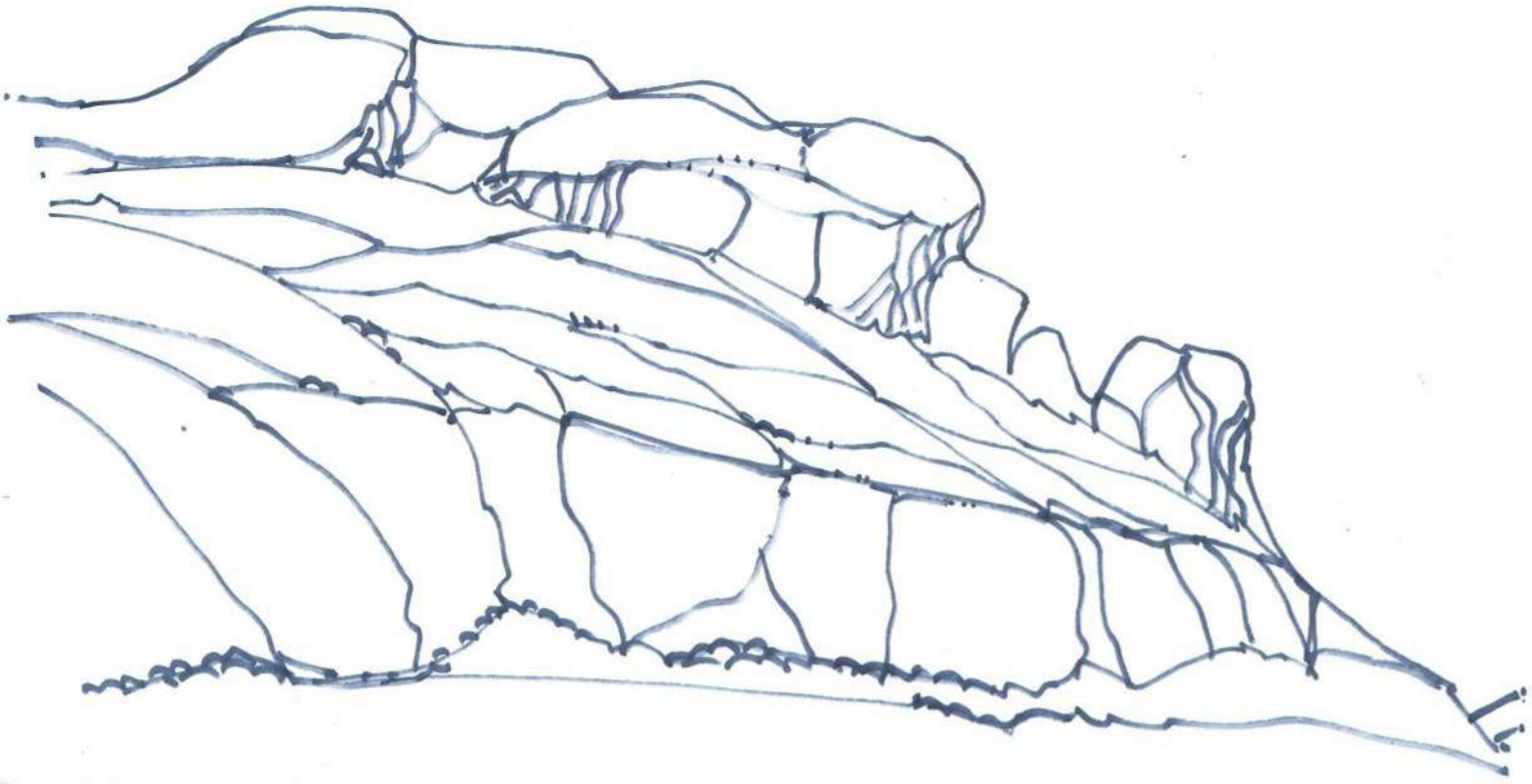
PICO DO ITACOLOMI

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

SERRA DO CARAÇA

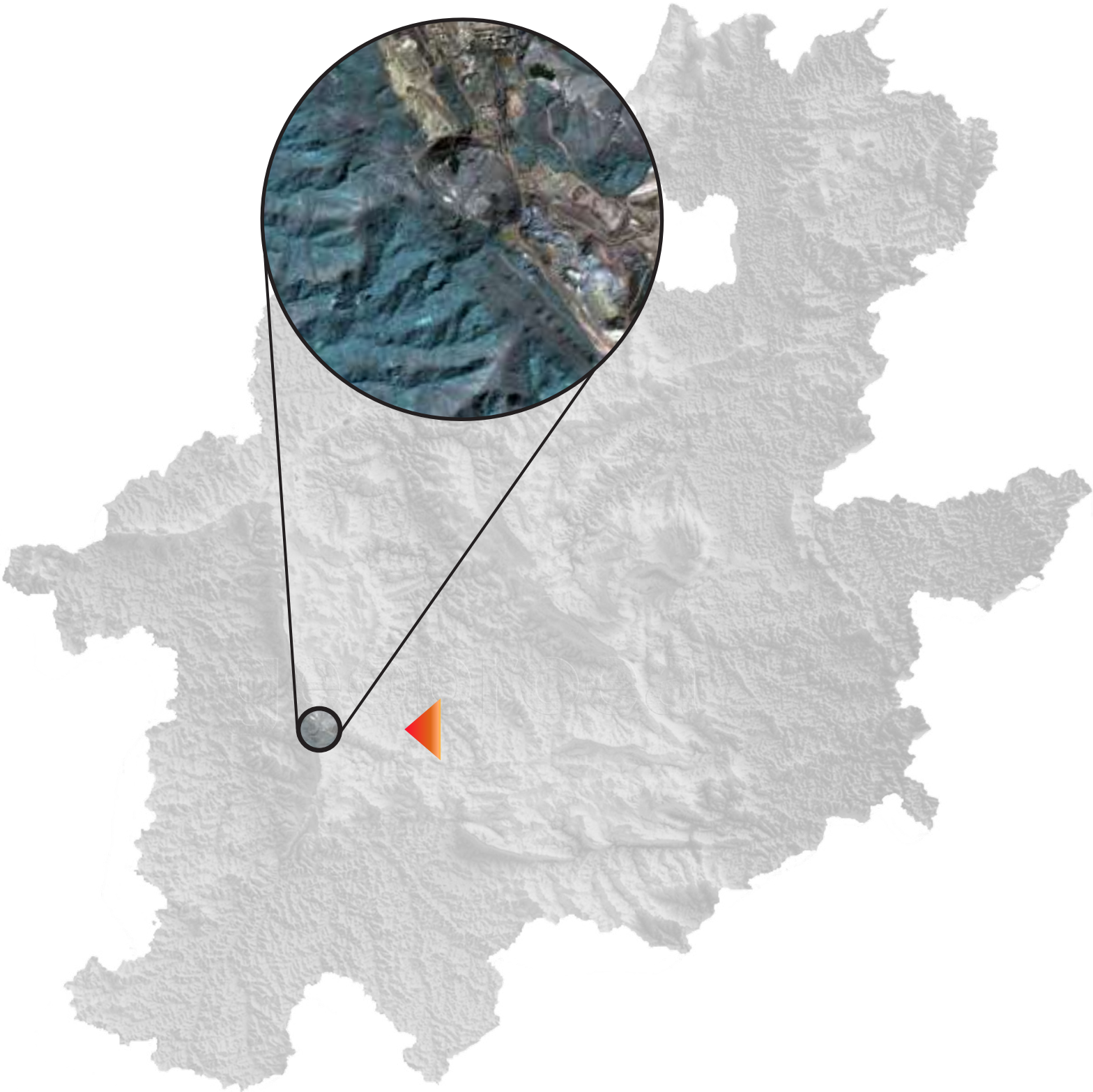


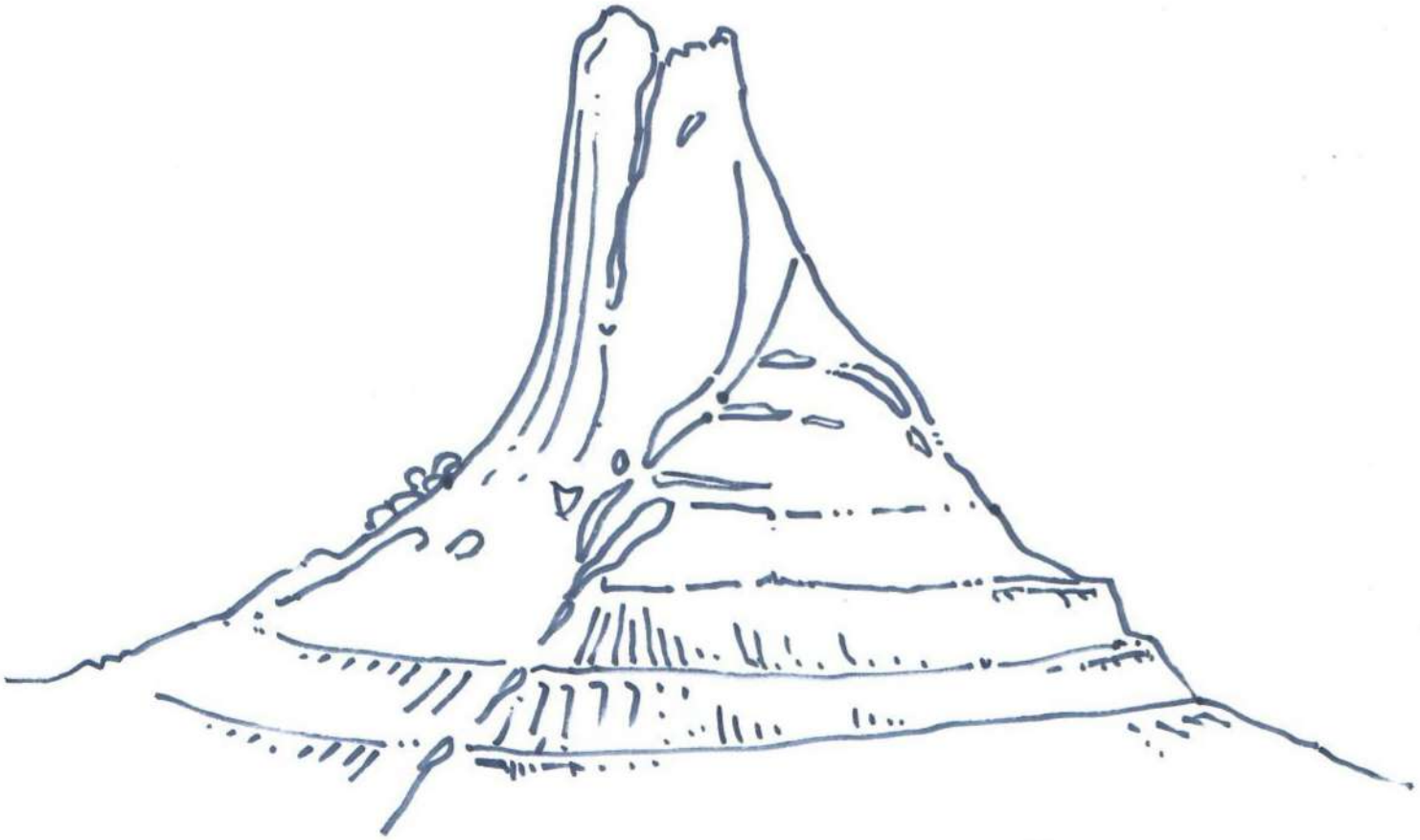
CARAÇA



Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

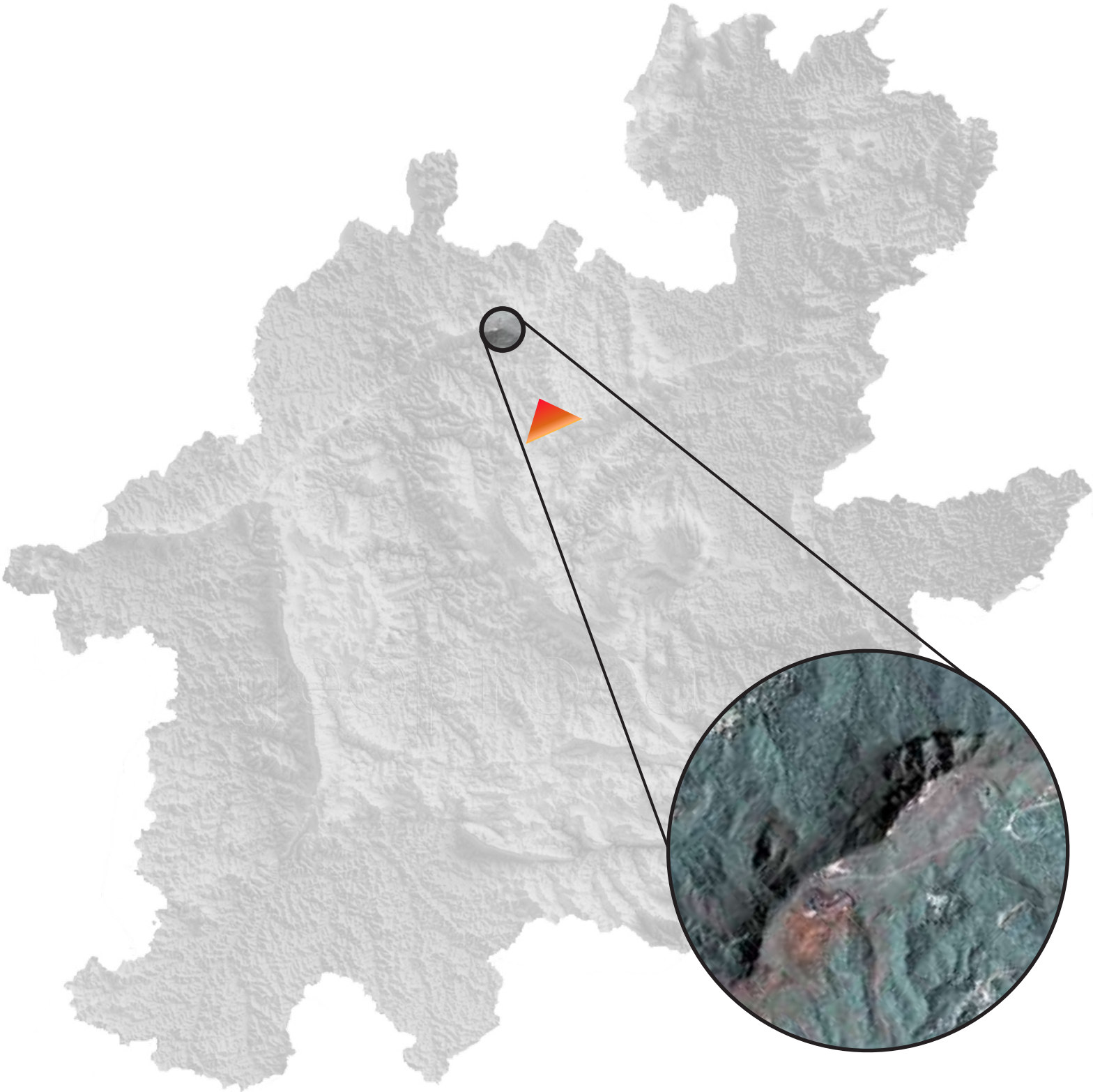
PICO DO ITABIRITO

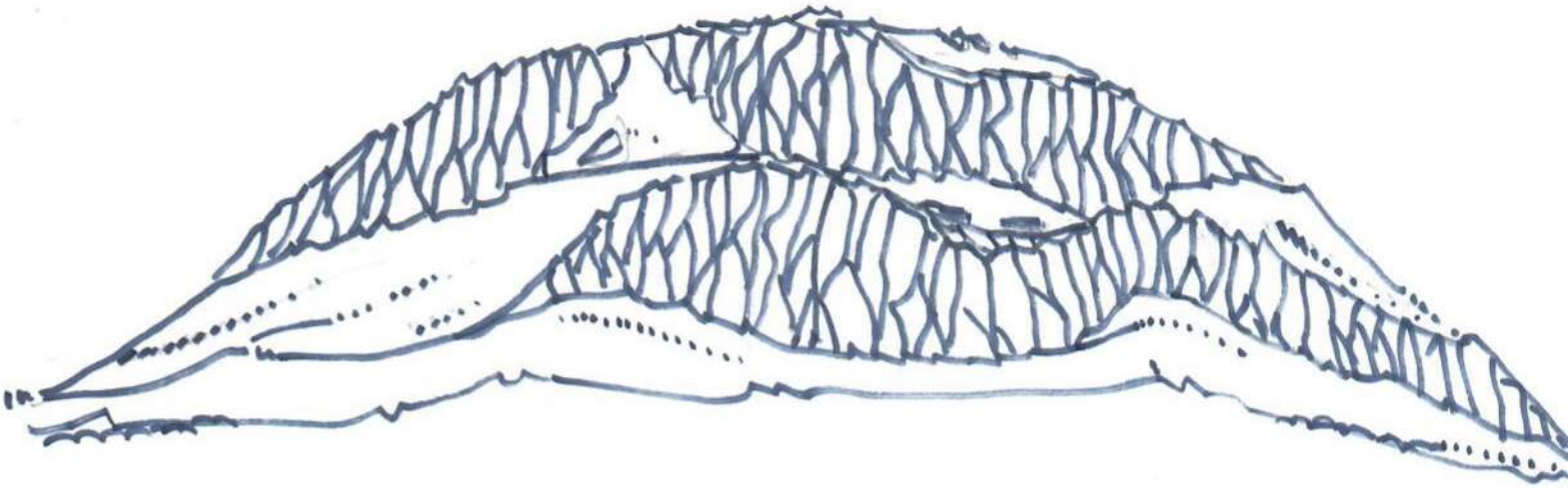



PICO DO ITABIRITO

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

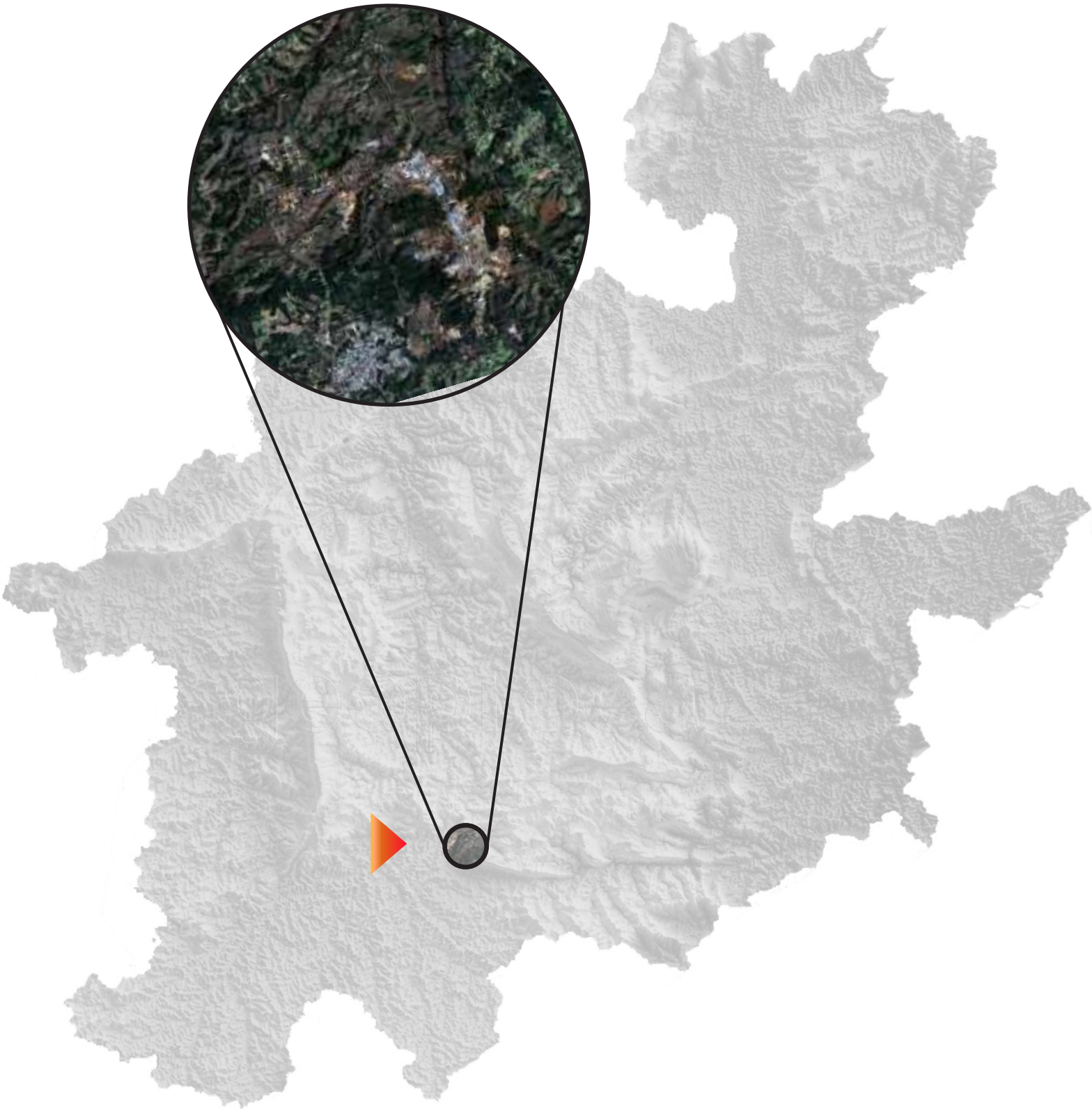
SERRA DA PIEDADE

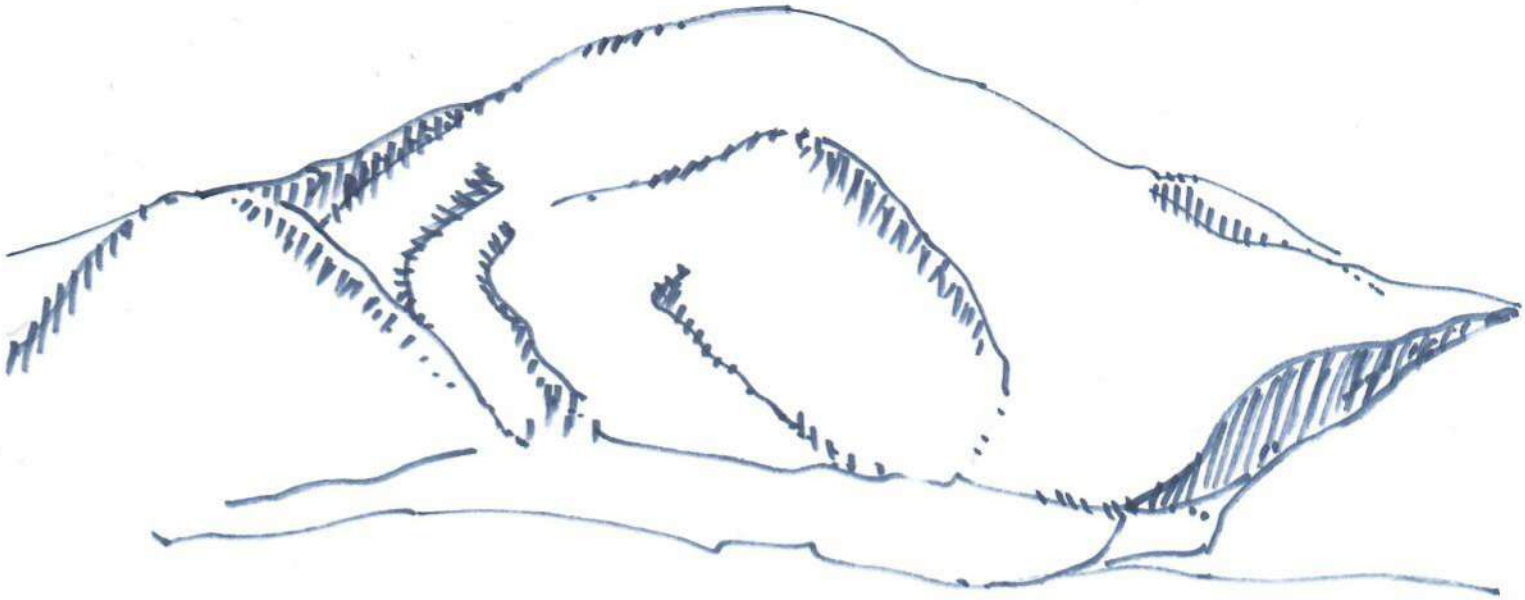



SERRA DA PIEDADE

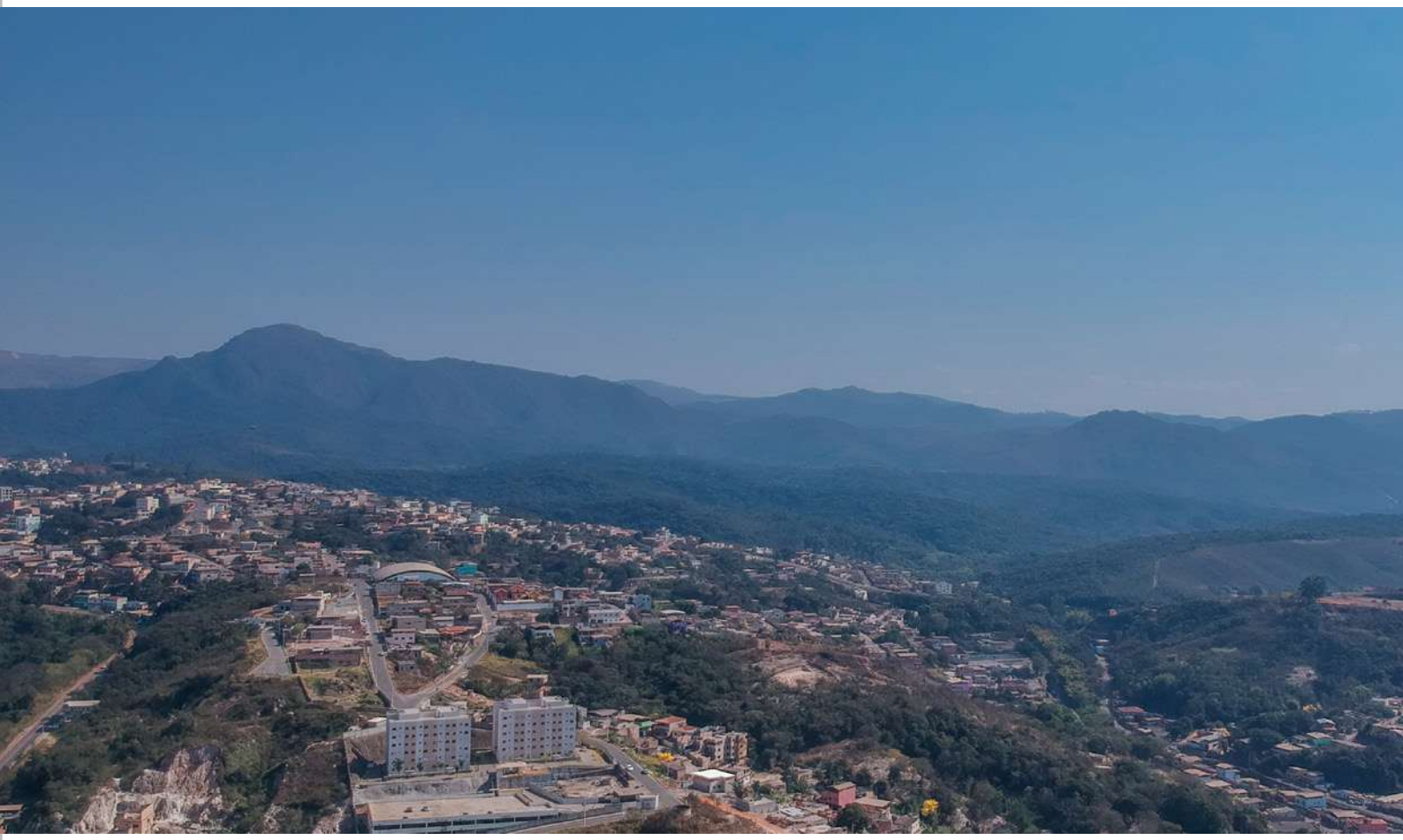
Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

SERRA CASA DE PEDRA



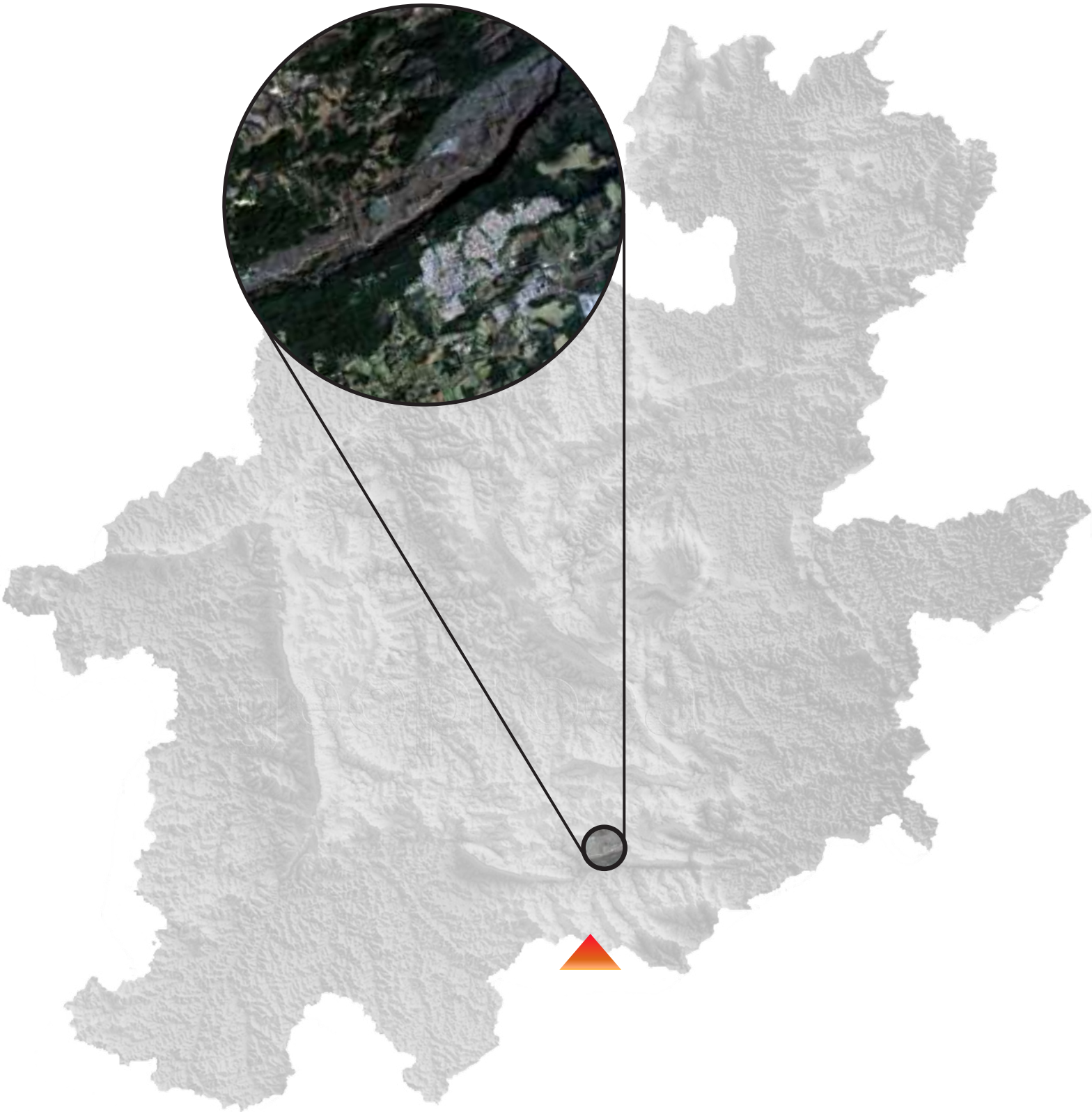


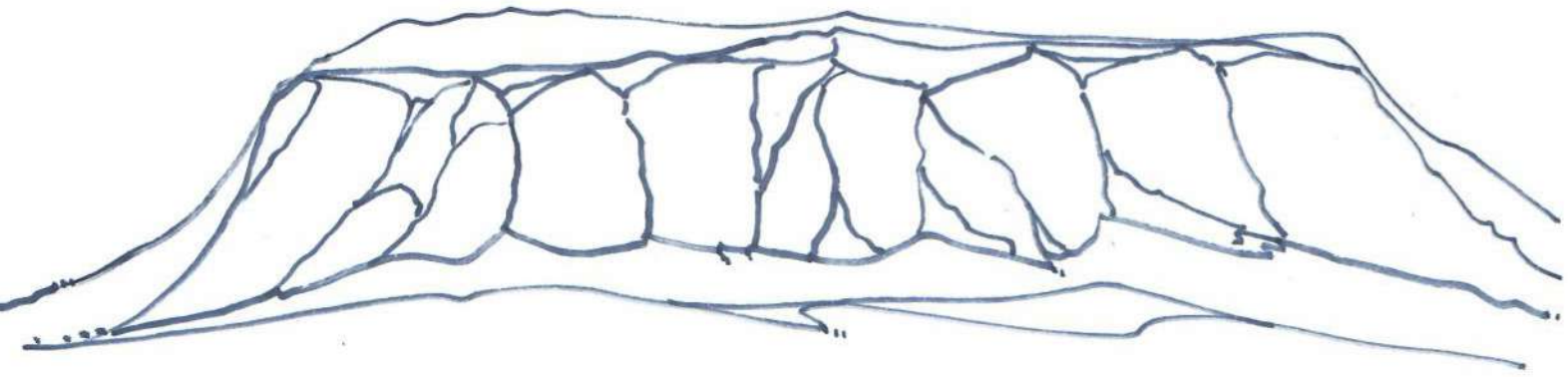
SERRA CASA DE PEDRA



Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

SERRA DE OURO BRANCO

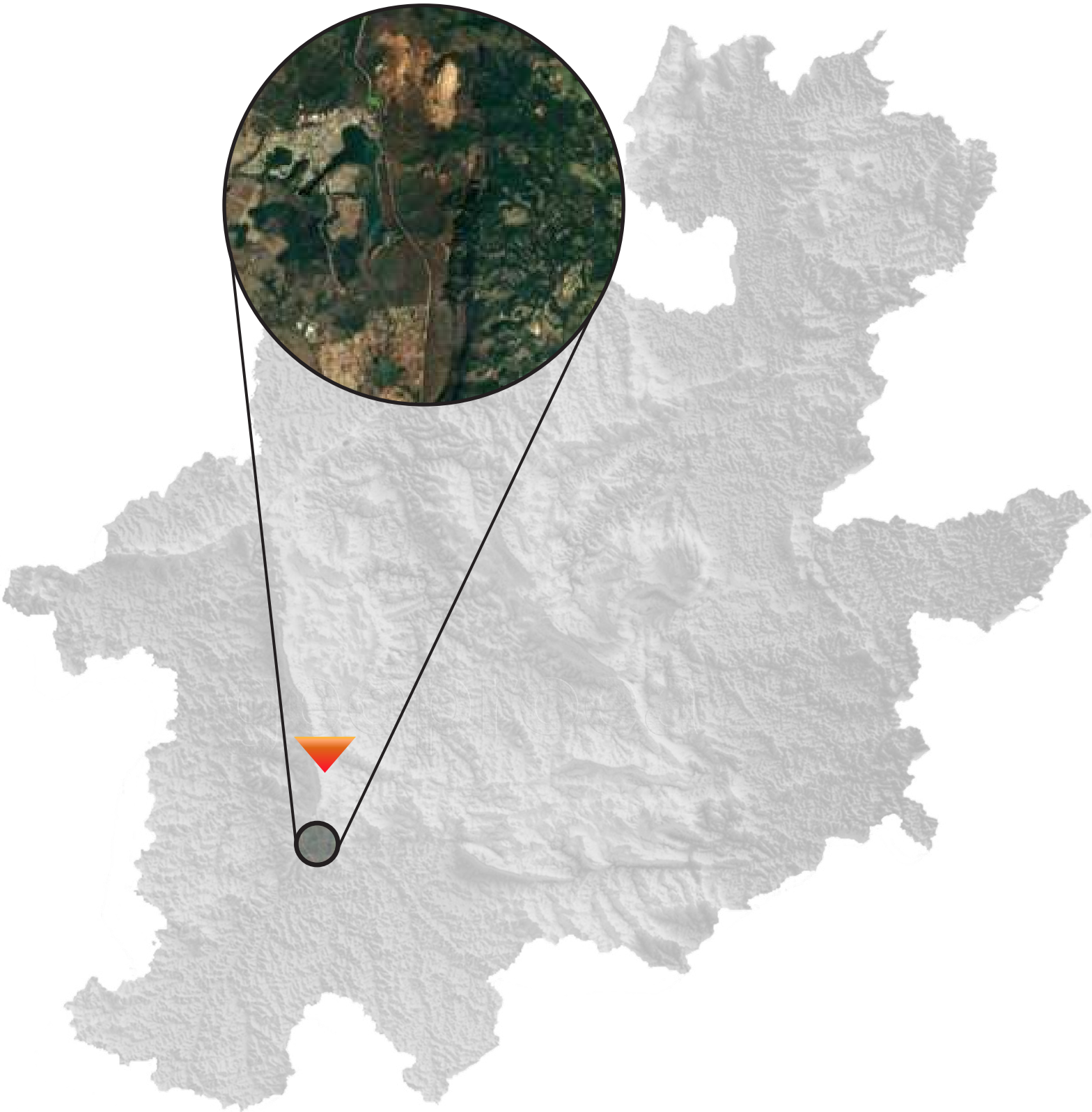




SERRA DE OURO BRANCO

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

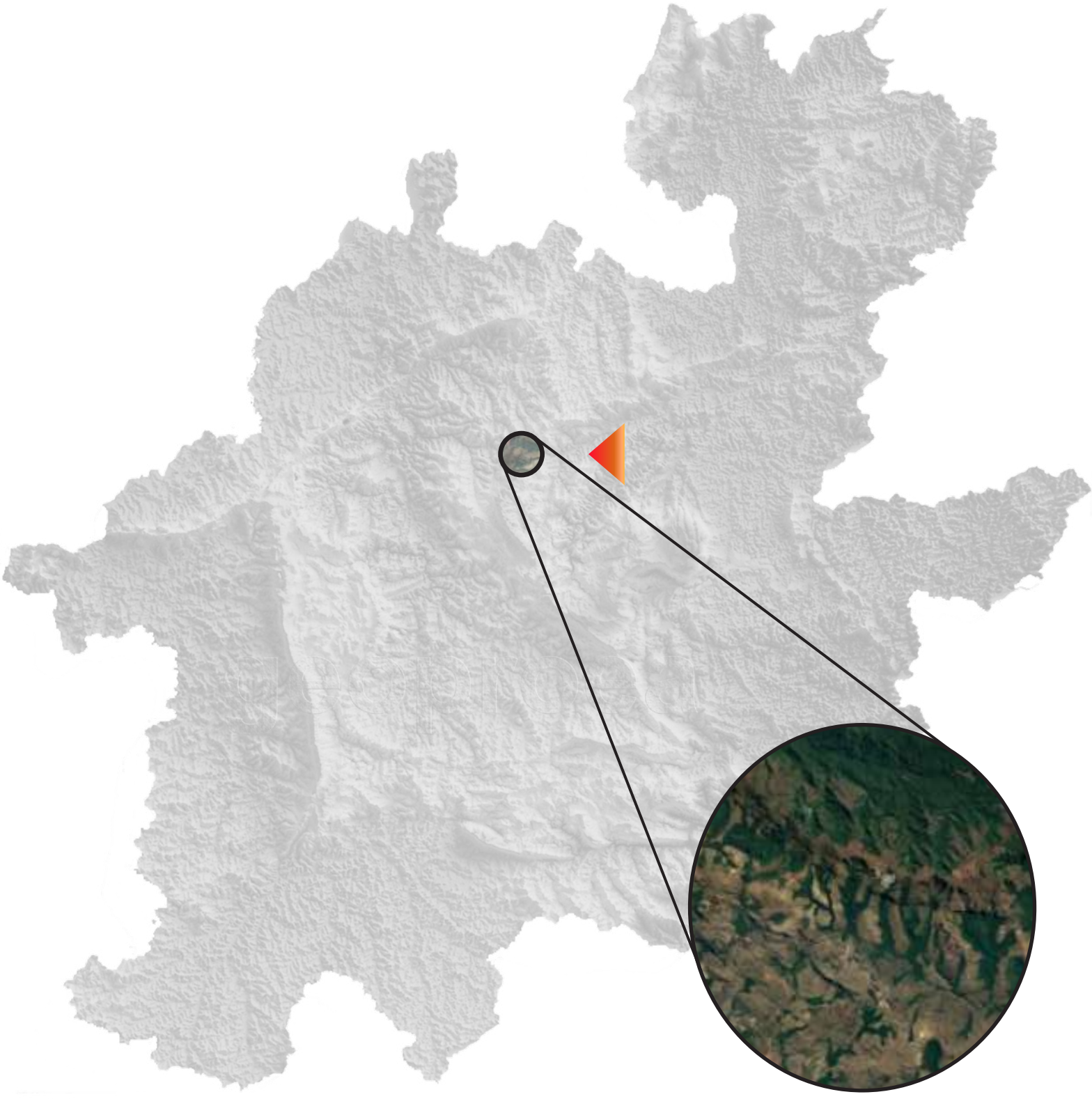
SERRA DA MOEDA

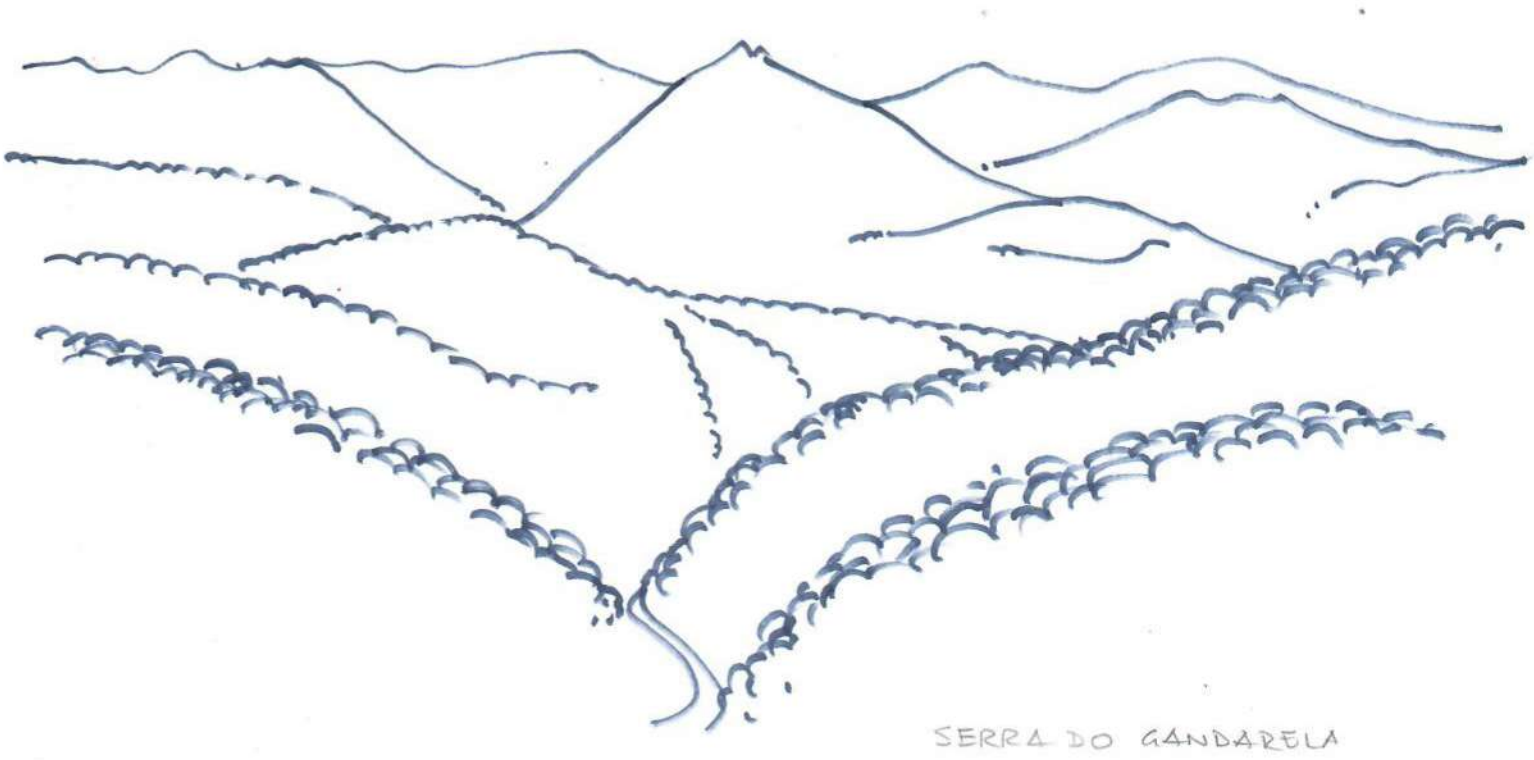


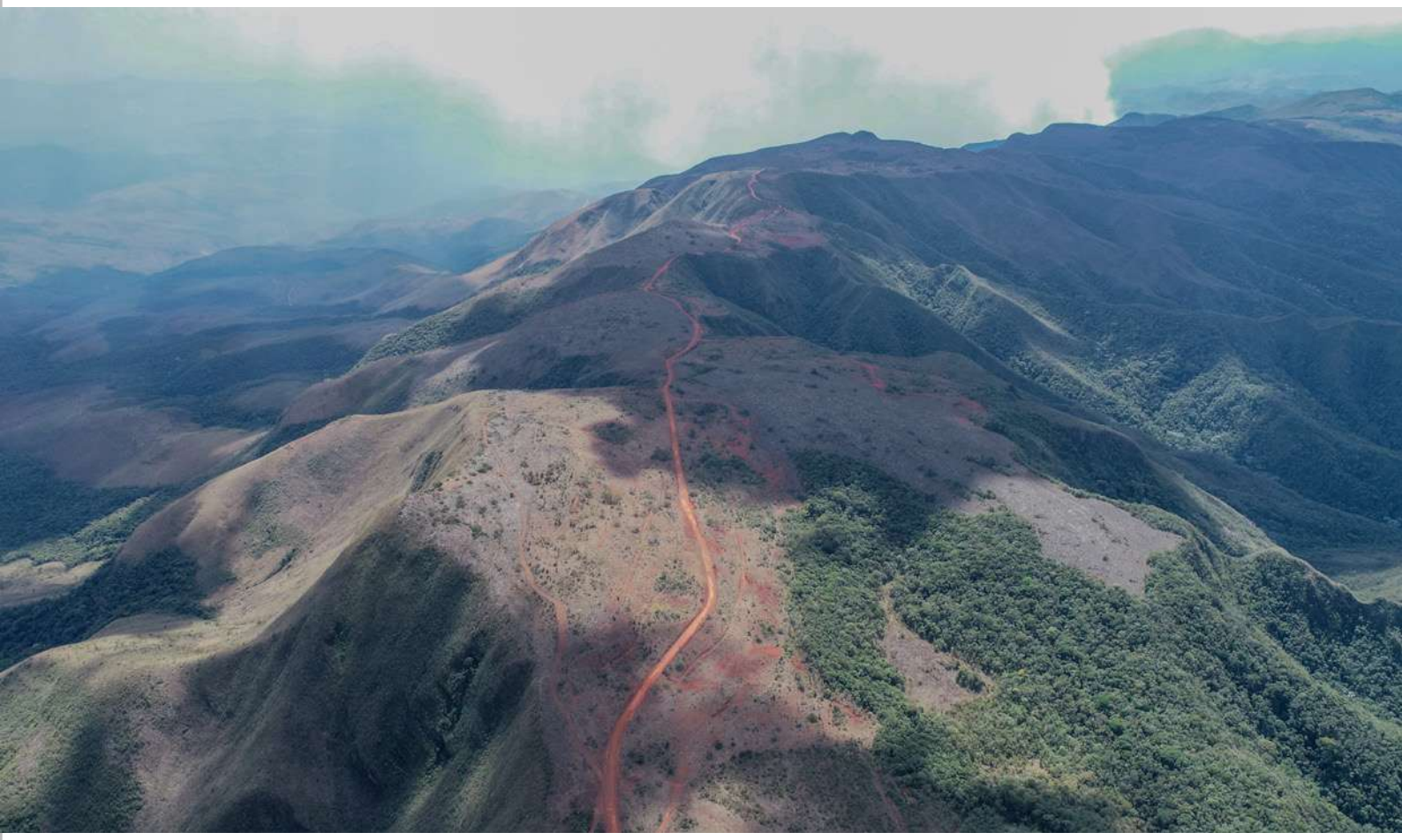
SERRA DA MOEDA

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

SERRA DO GANDARELA

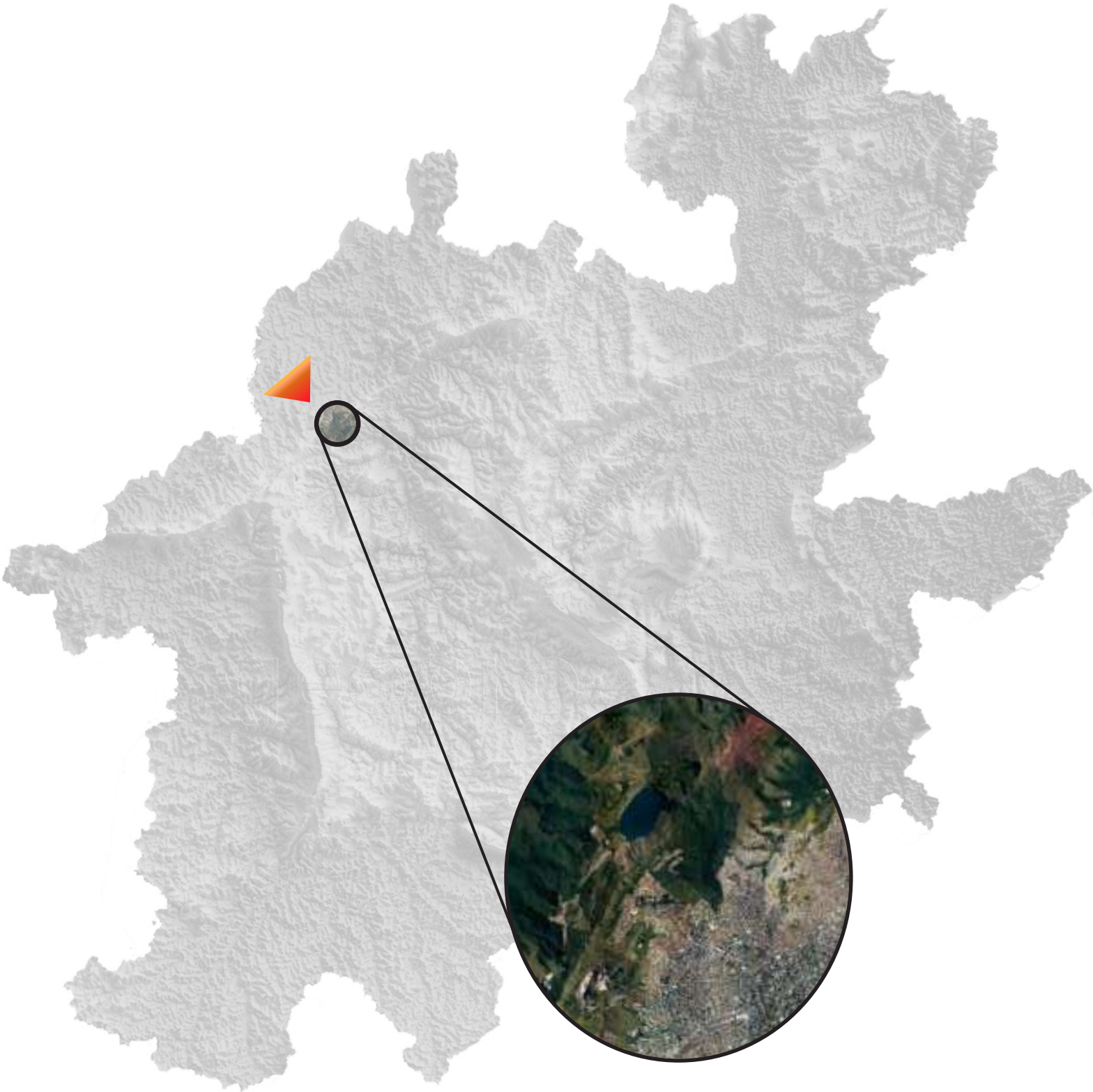


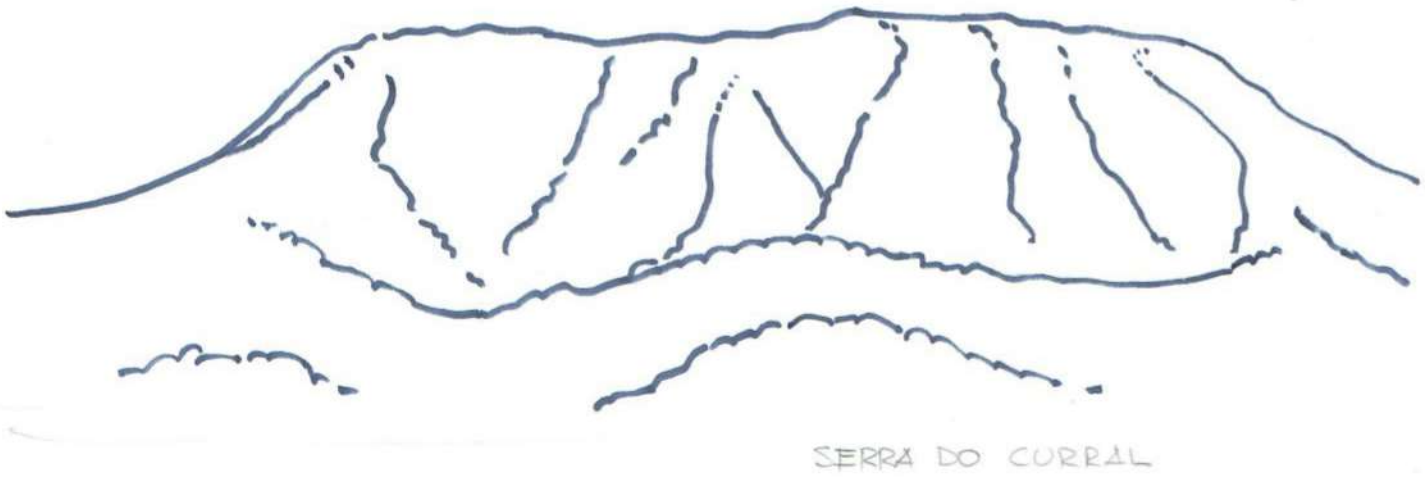

SERRA DO GANDARELA

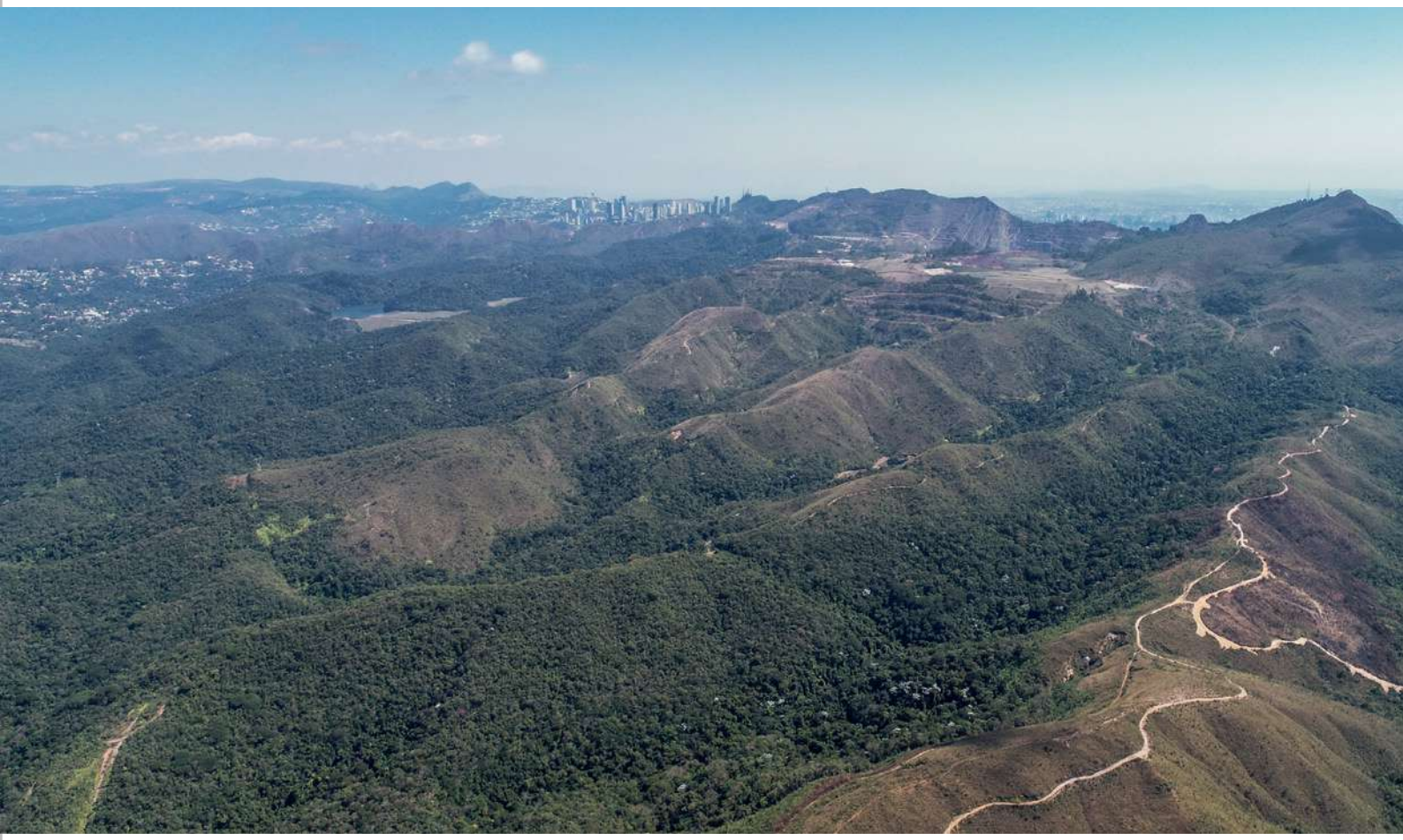


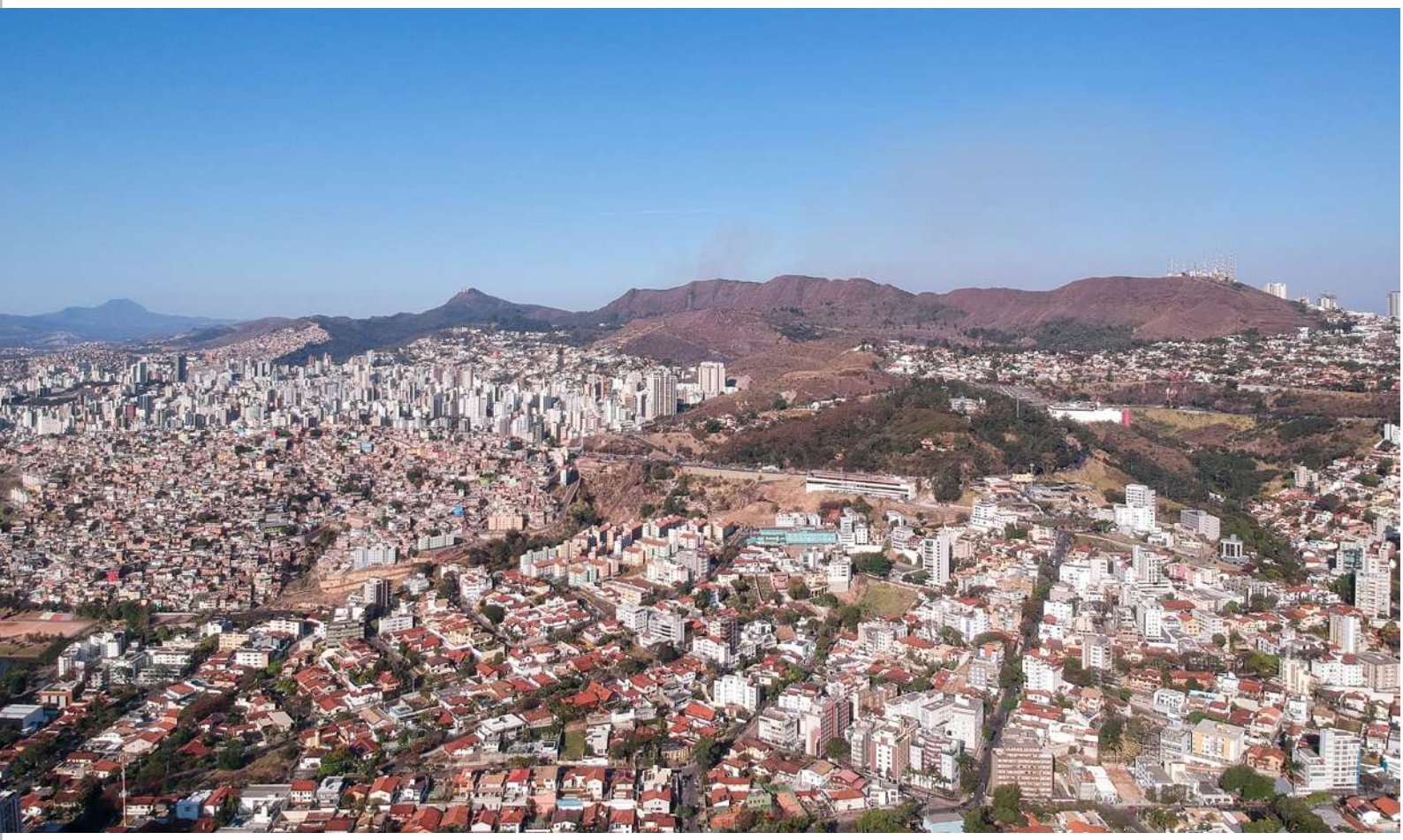
Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

SERRA DO CURRAL




SERRA DO CURRAL

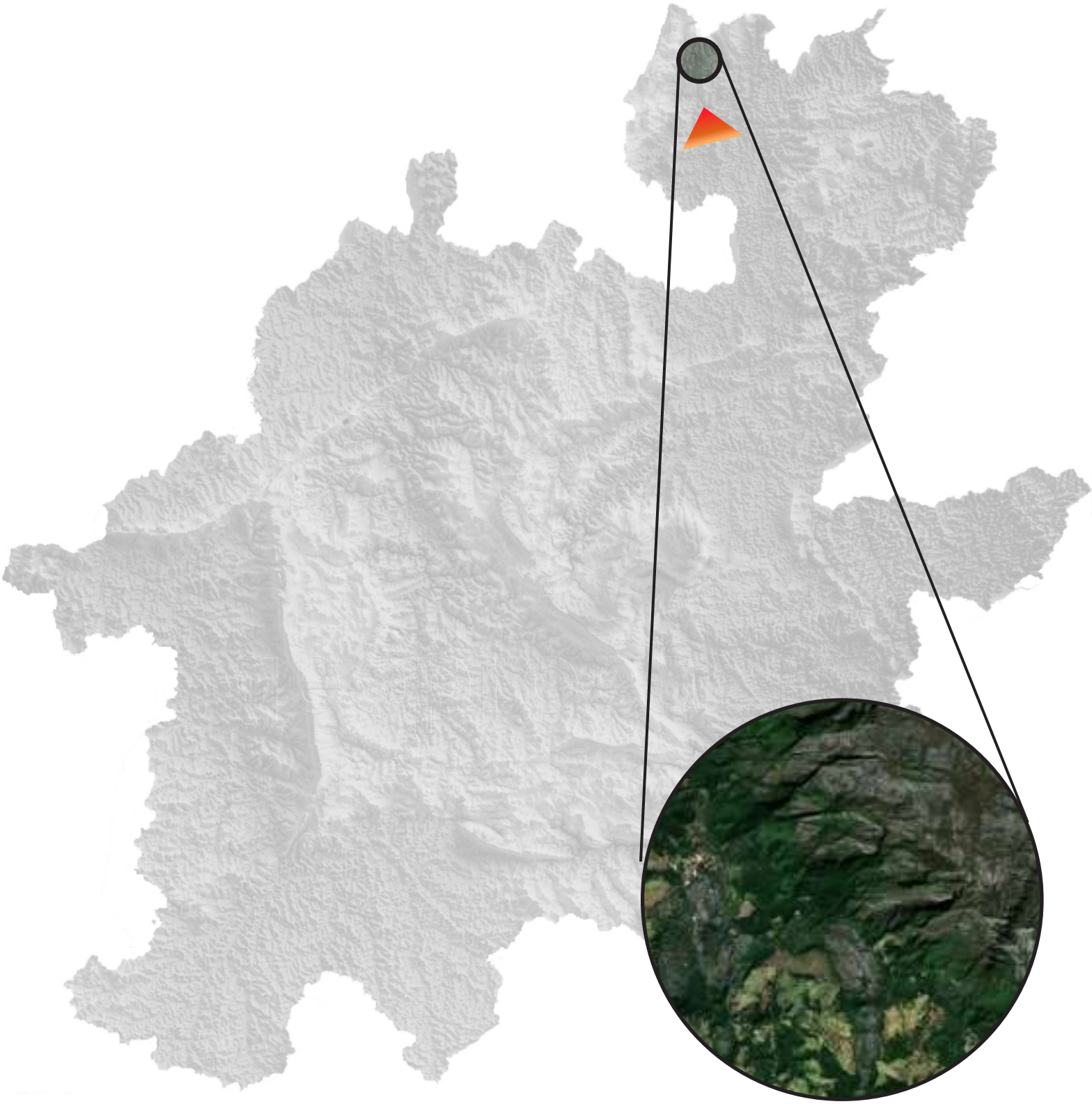


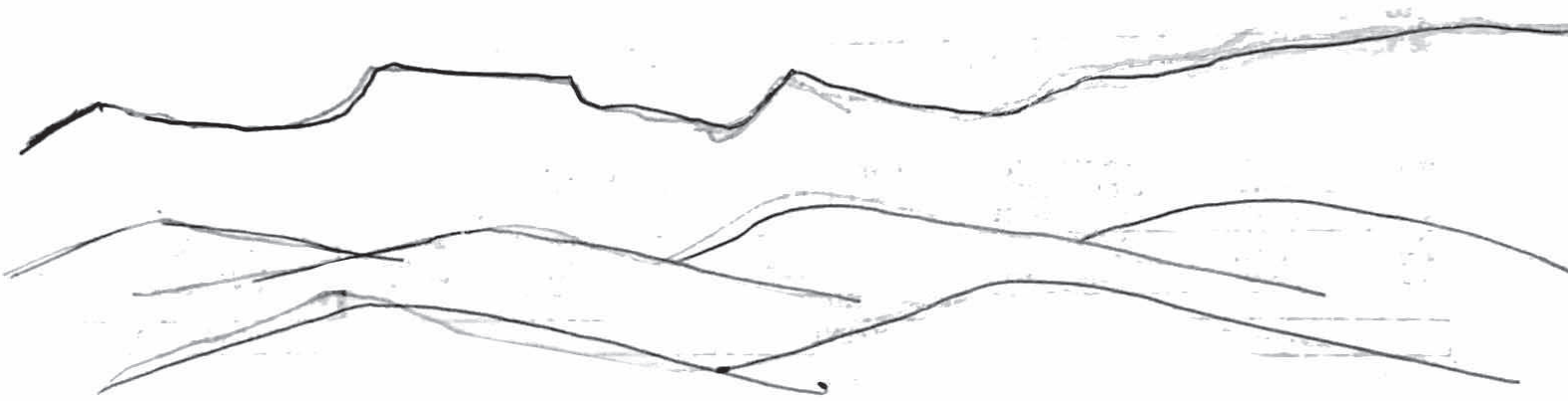


Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

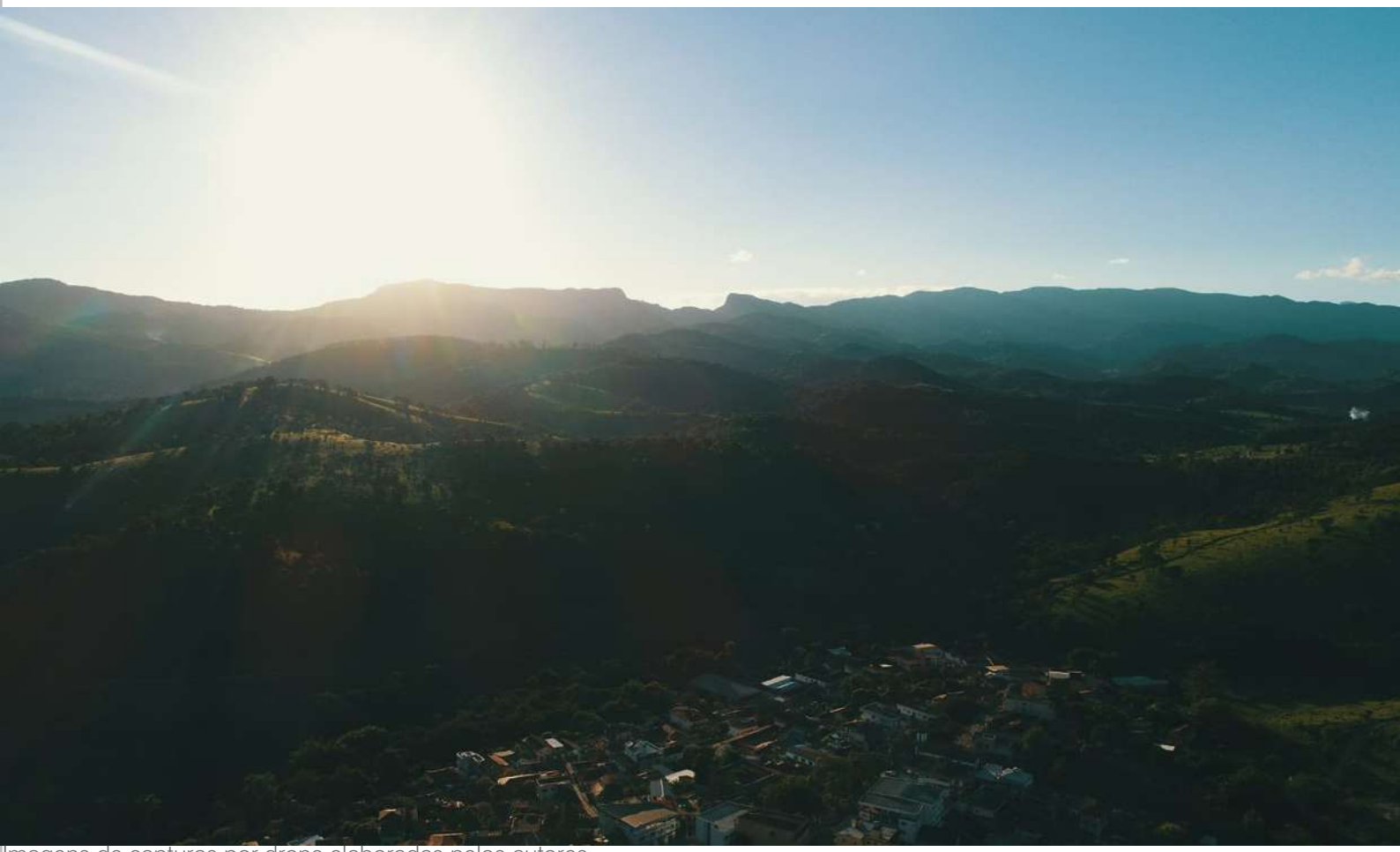
SERRA DOS ALVES; ESPINHAÇO

SERRA DOS ALVES, ESPINHAÇO

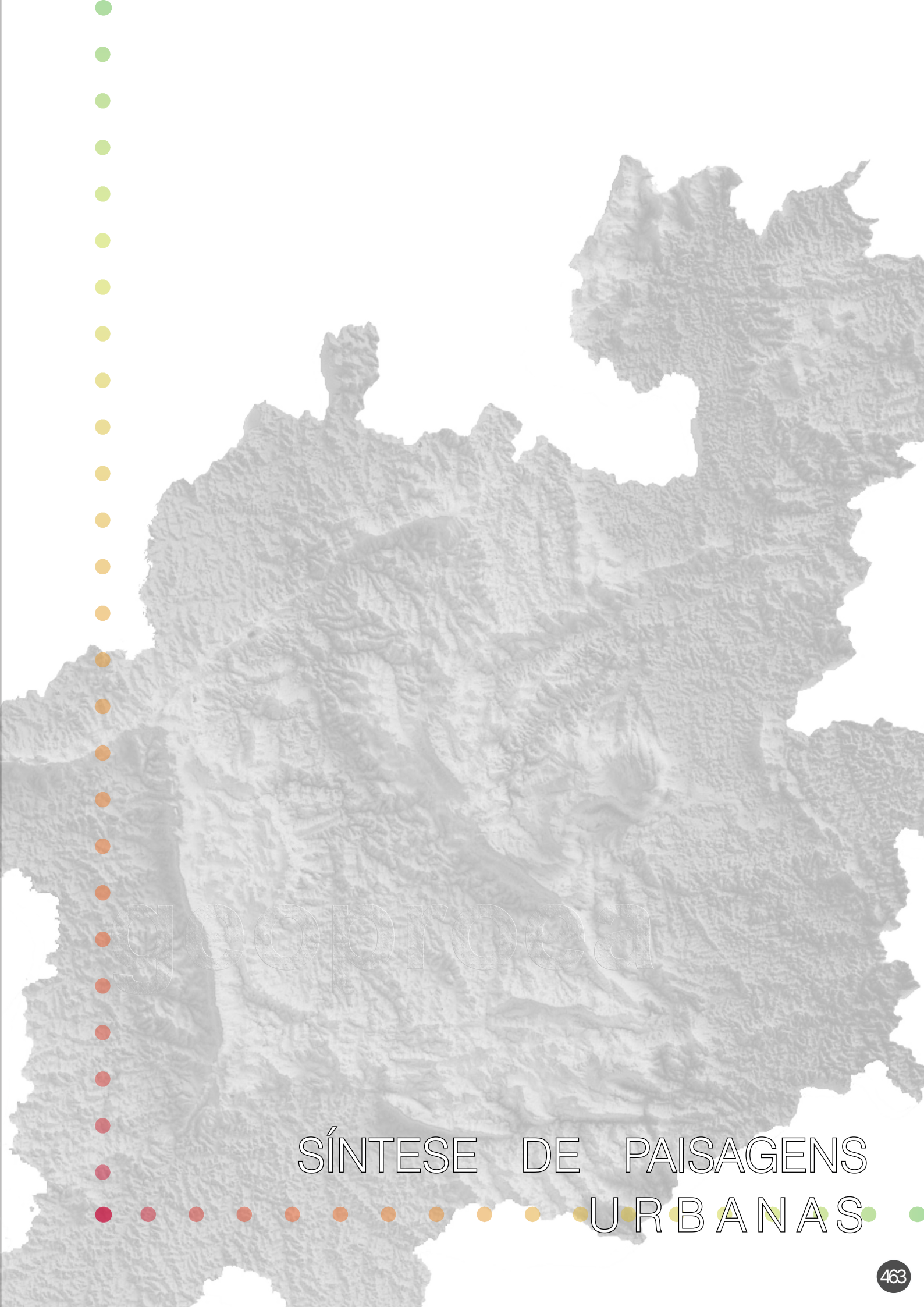




Serra dos Alves

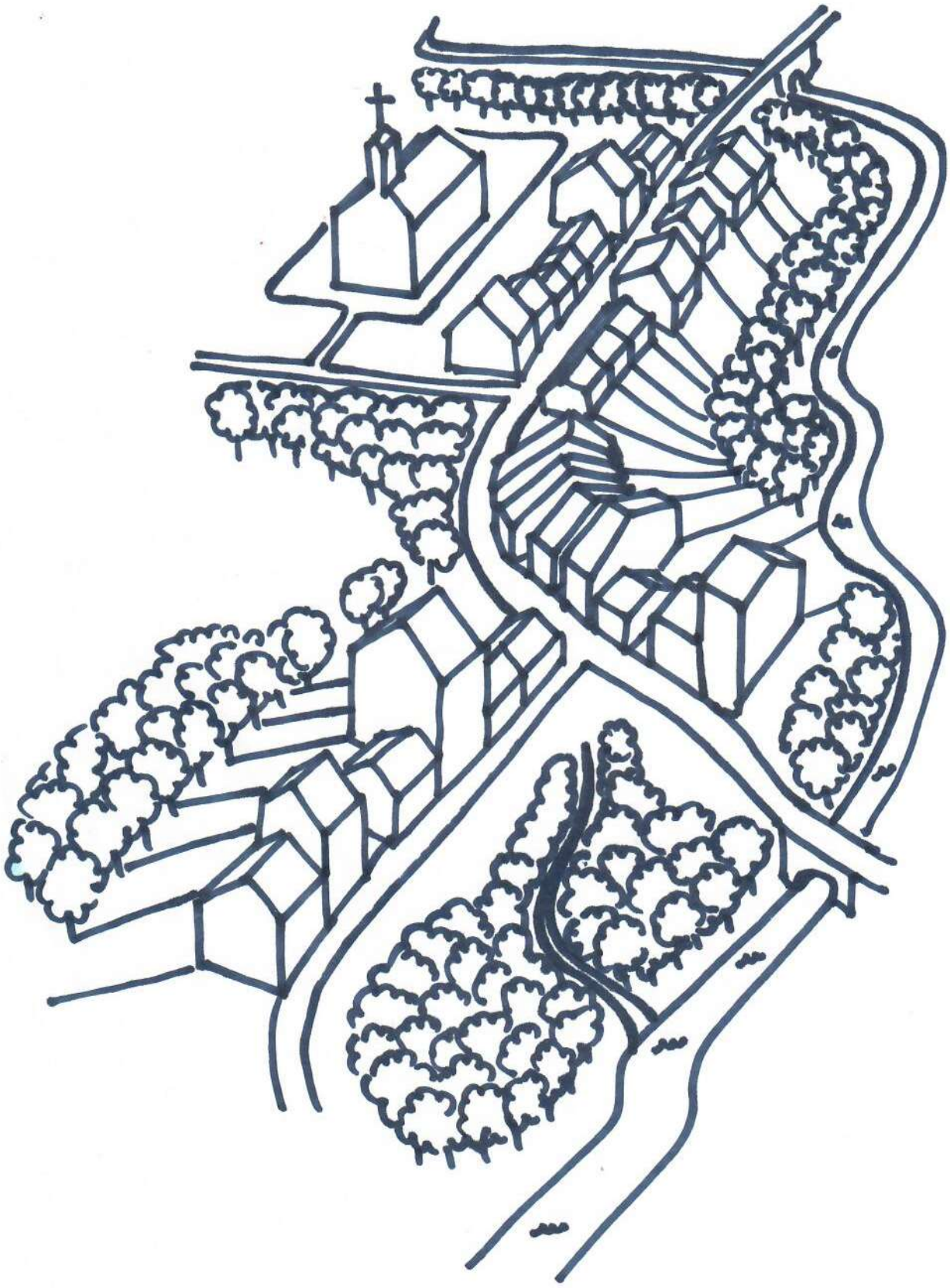


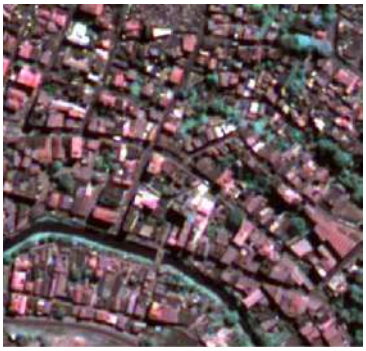
Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.



SÍNTESE DE PAISAGENS URBANAS

Histórico, irregular, colonial barroco.
1 a 3 pavimentos

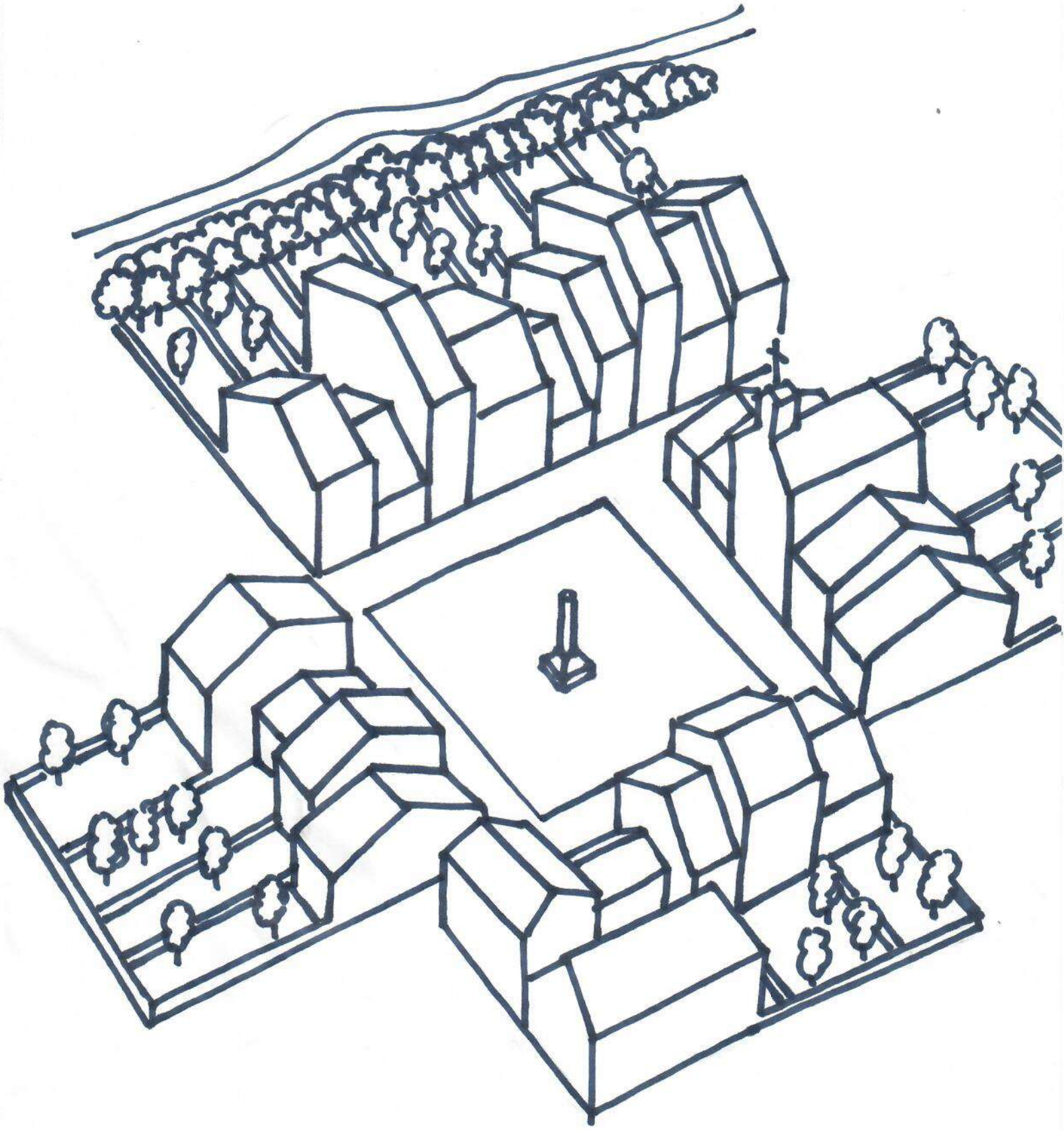


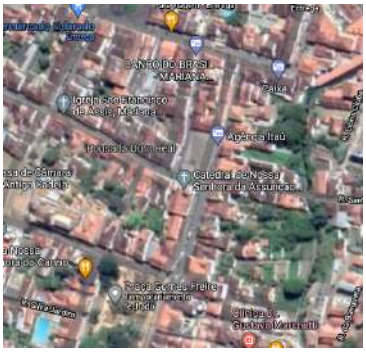


Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

Histórico, regular, barroco colonial, 1 a 3 pavimentos

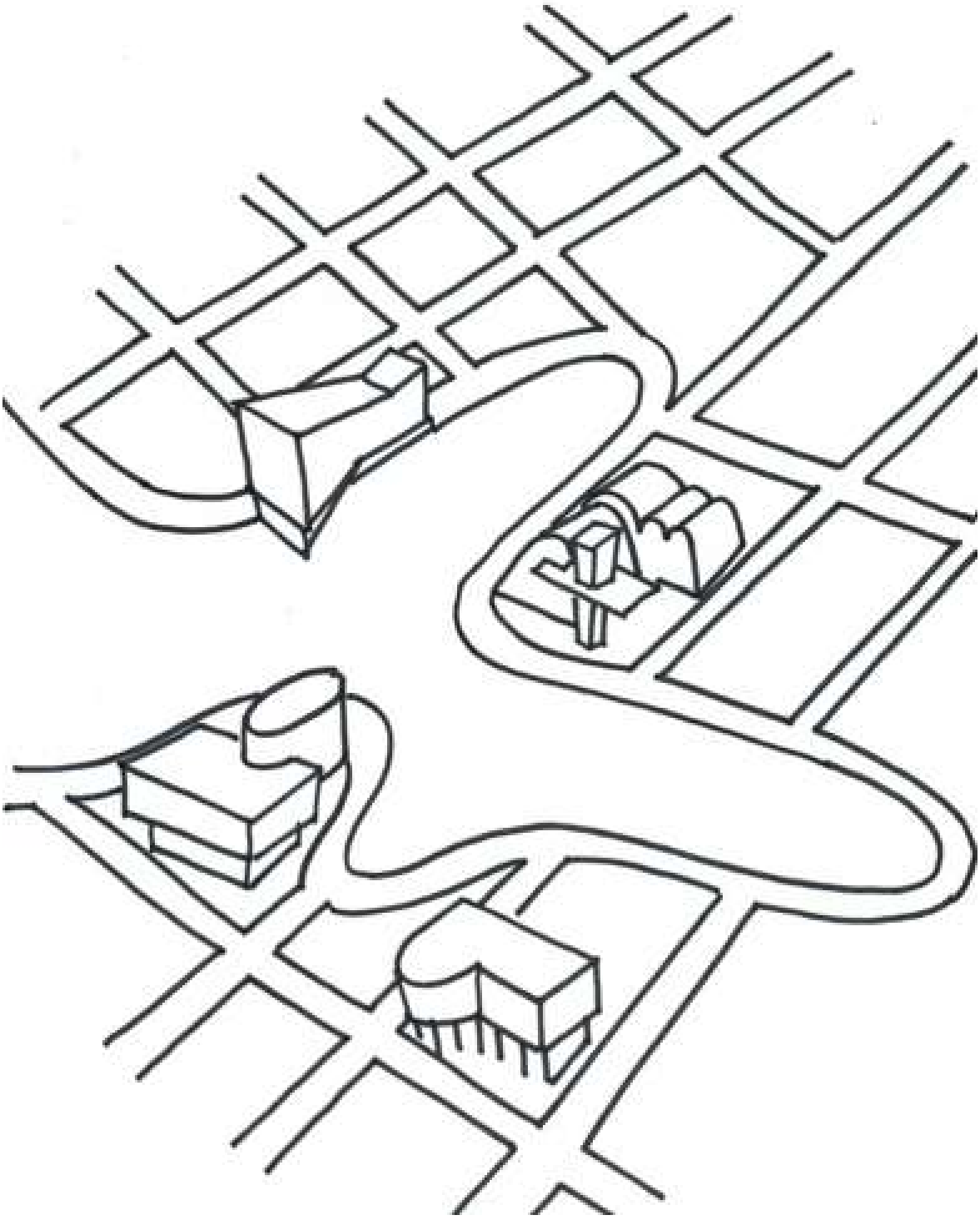




Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

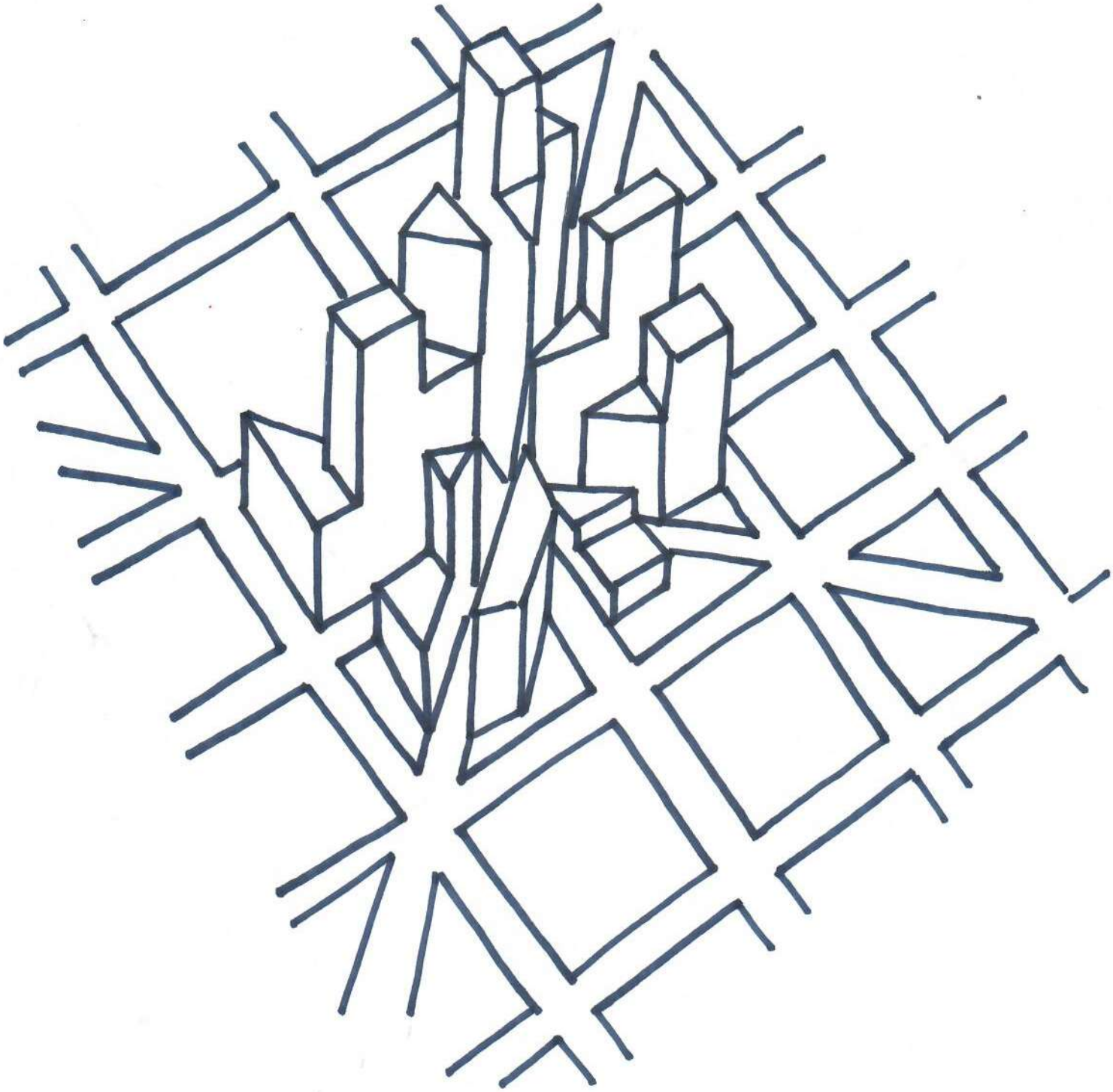
Baixa densidade, histórico, modernista.
1 a 3 pavimentos



Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

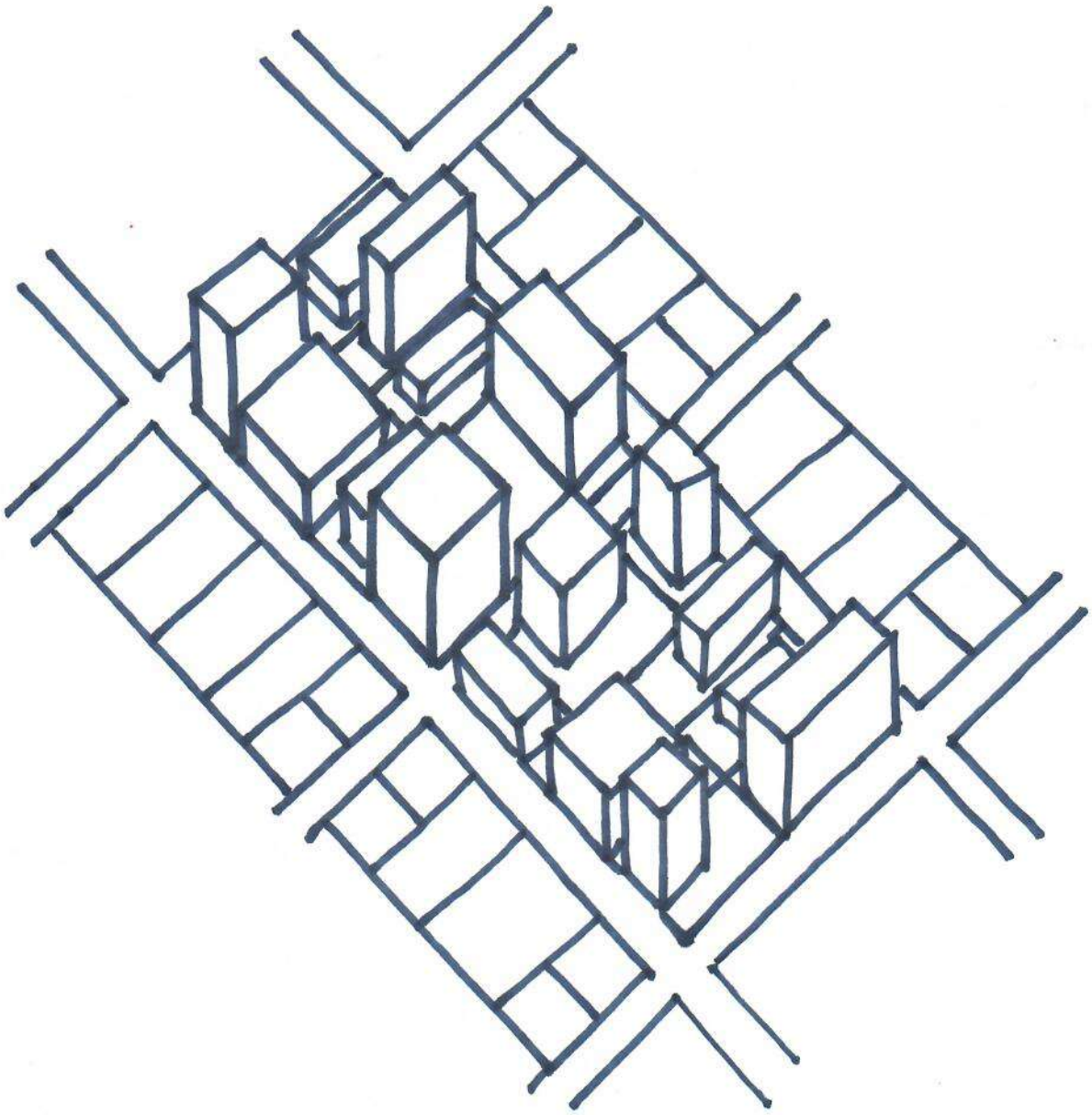
Alta densidade, histórico, positivista, eclético ou modernista, 3 ou mais pavimentos



Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

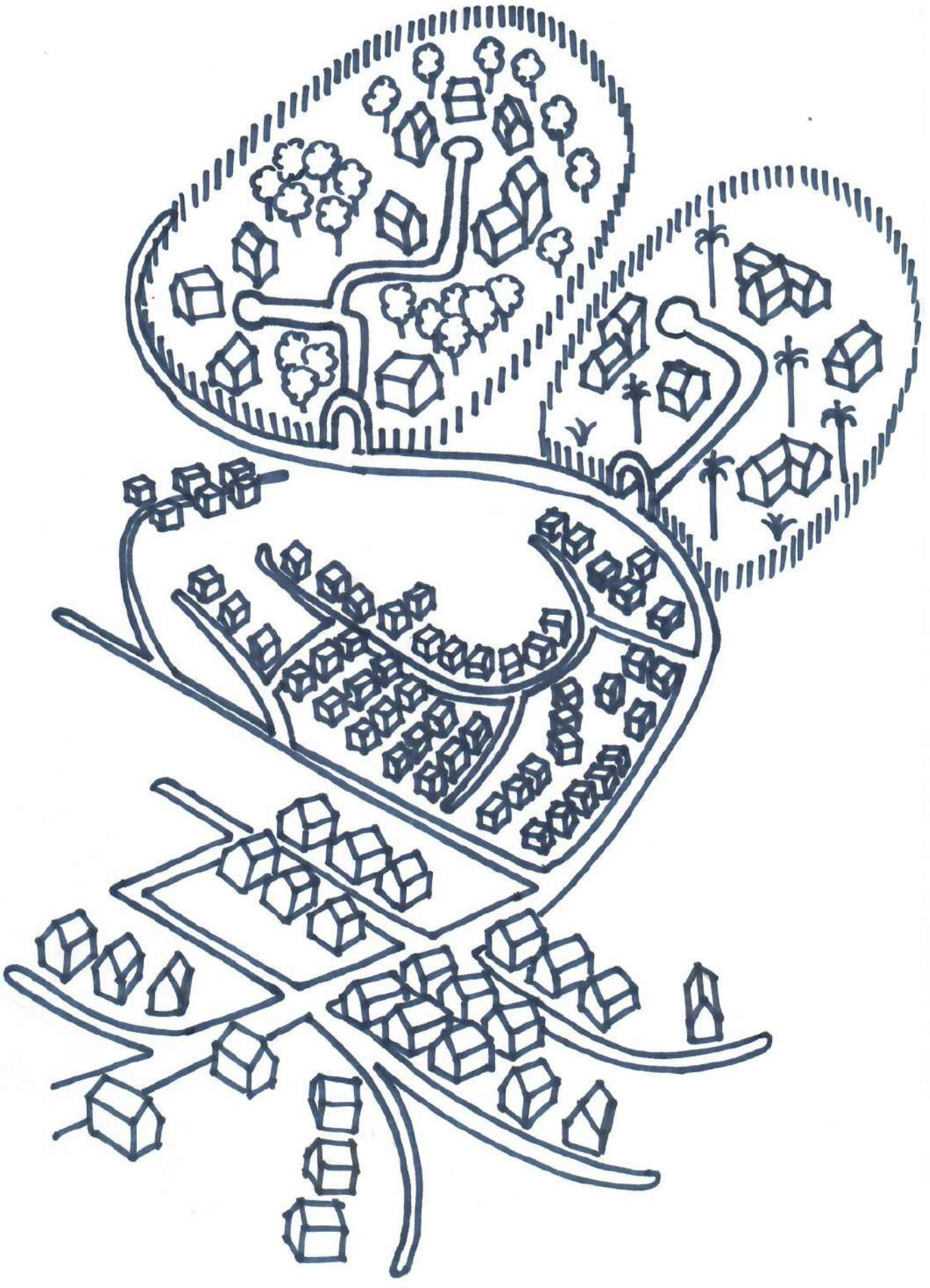
Alta densidade, morfologia regular, 1 a 3 pavimentos

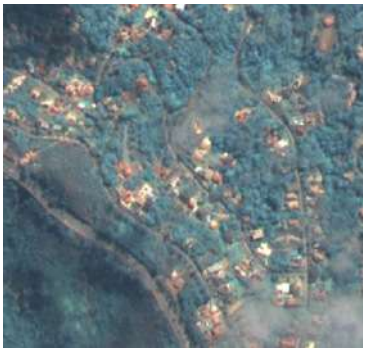


Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

Alta densidade, morfologia regular, 1 a 3 pavimentos

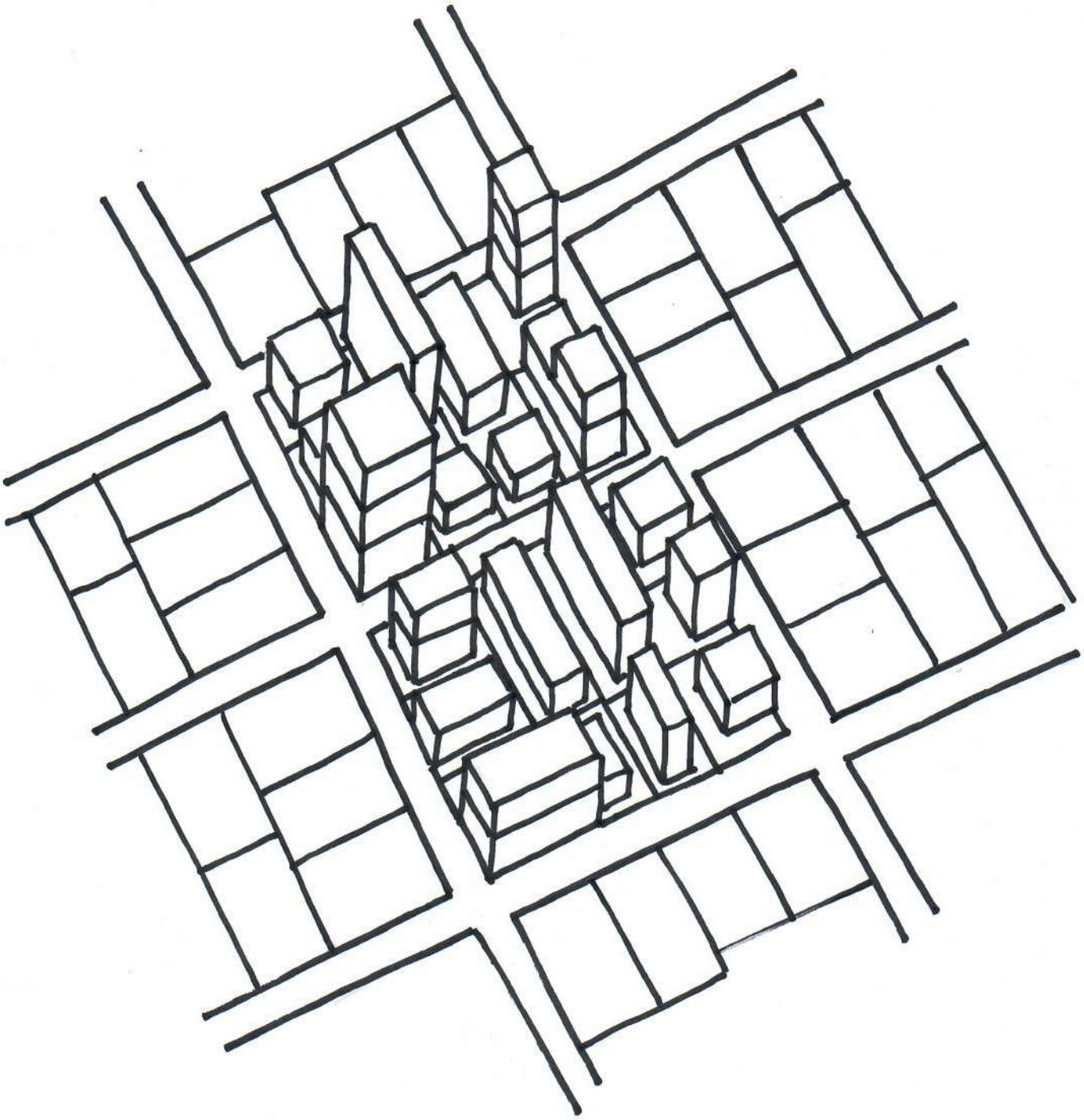




Vista de topo

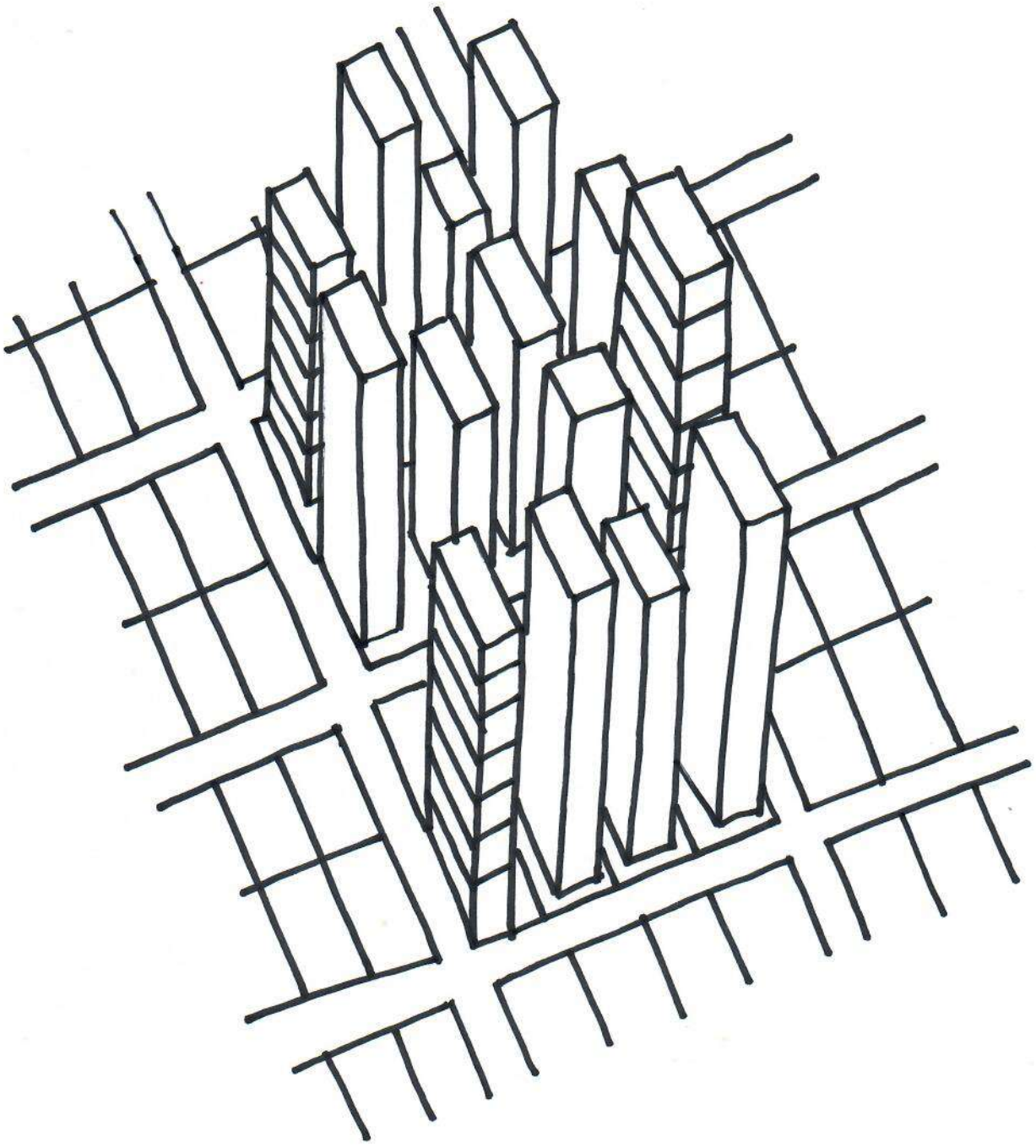
Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

Alta densidade, morfologia regular, 3 a 5 pavimentos



Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

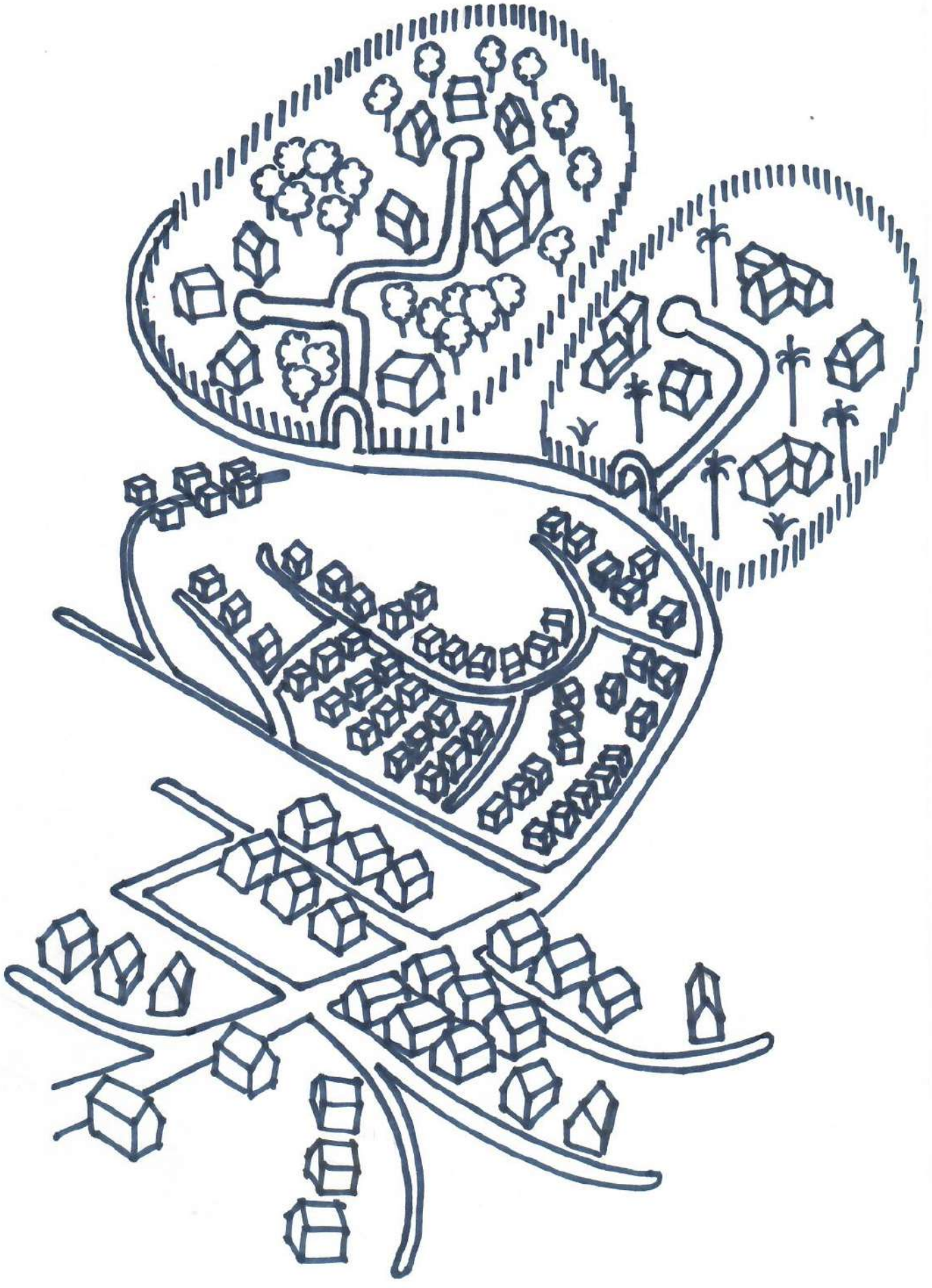
Alta densidade, morfologia regular, mais que 5 pavimentos

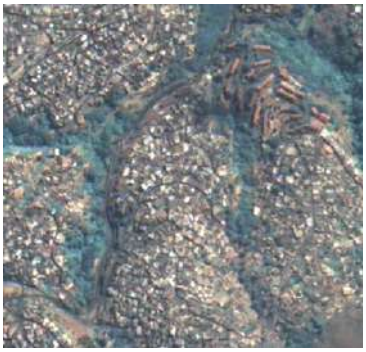


Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

Alta densidade, morfologia irregular, 1 a 3 pavimentos

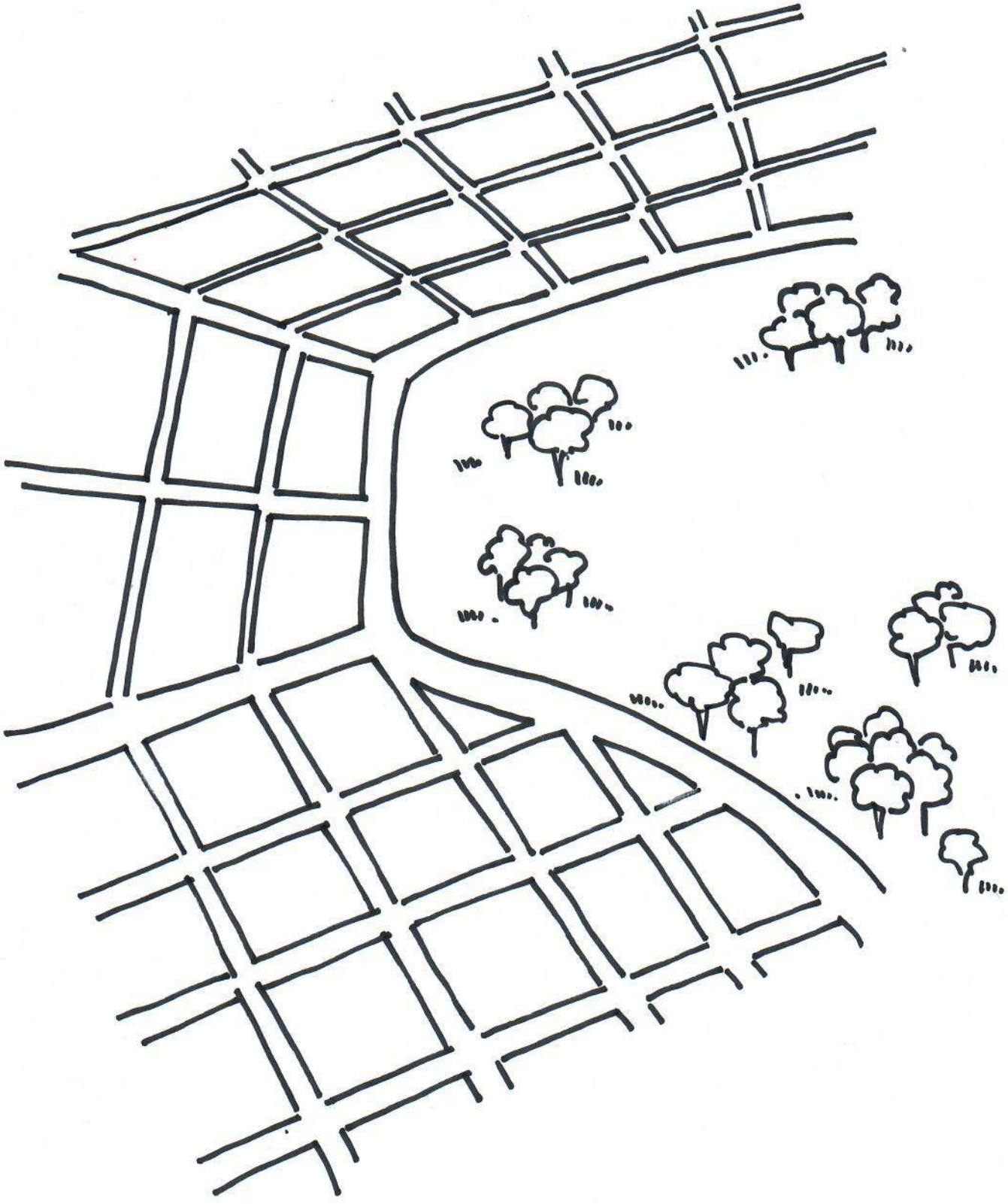


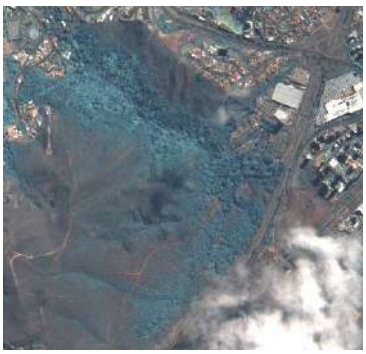


Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

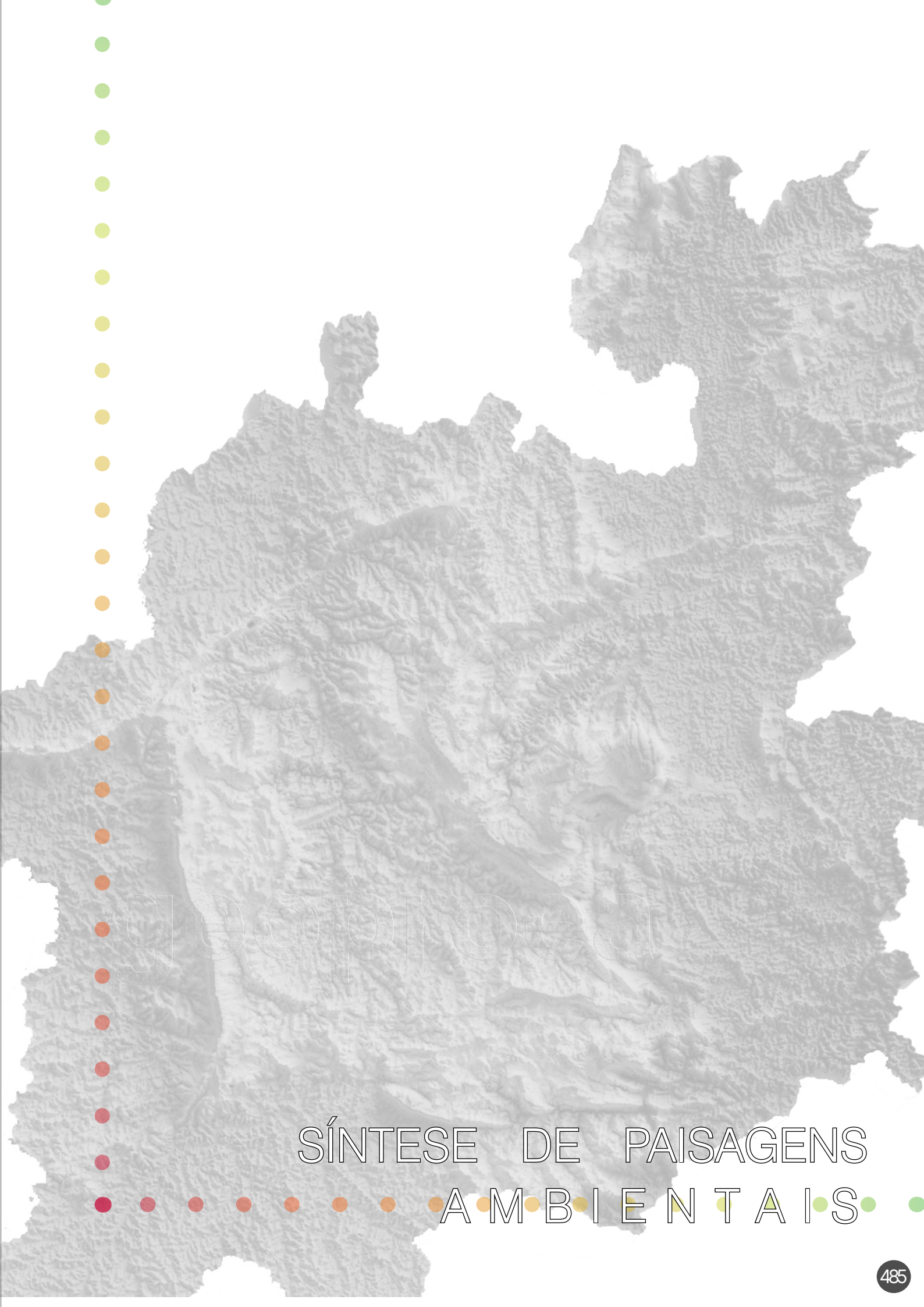
Vazios Urbanos





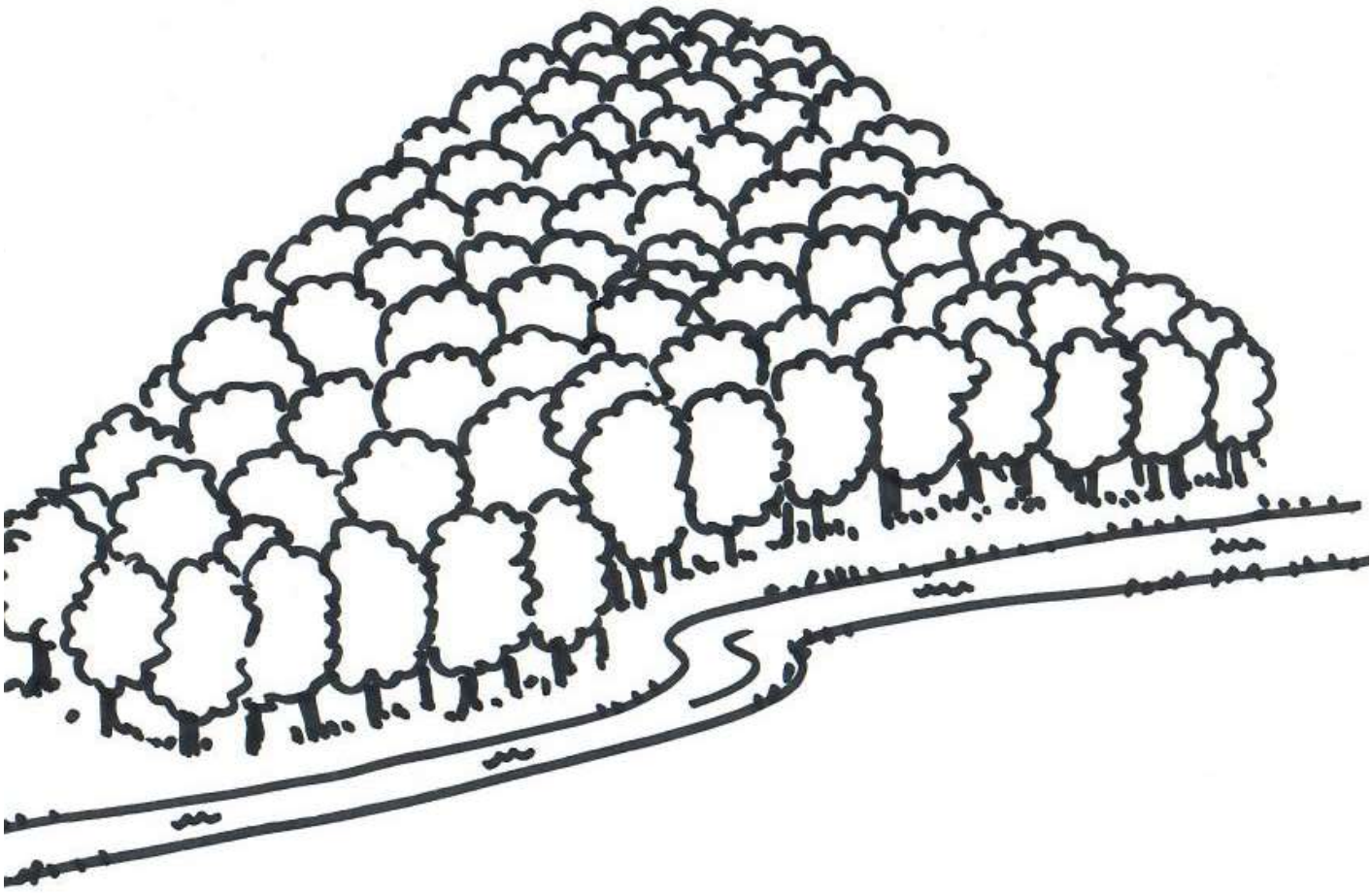
Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.



SÍNTESE DE PAISAGENS AMBIENTAIS

Mata Atlântica



Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

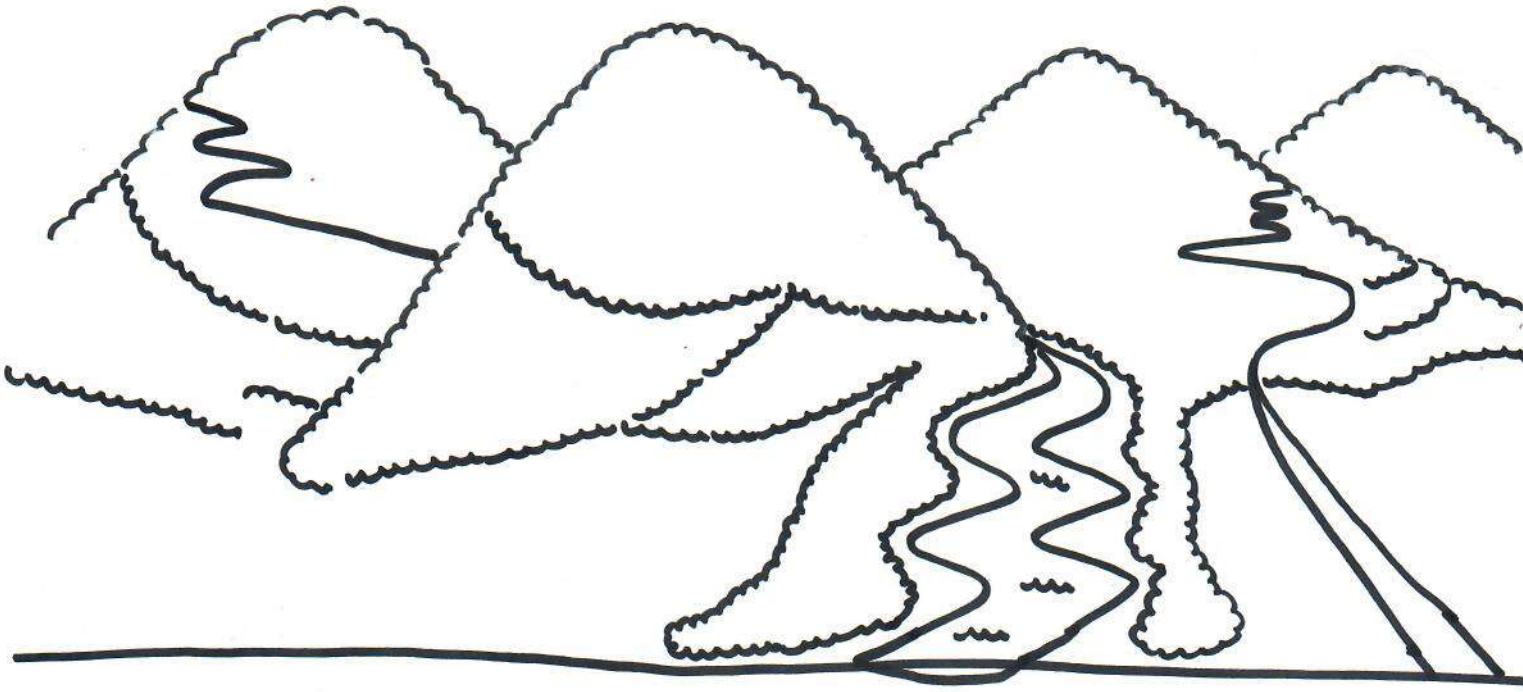
Campo Rupestre

Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

SÍNTESE DE PAISAGENS RURAIS

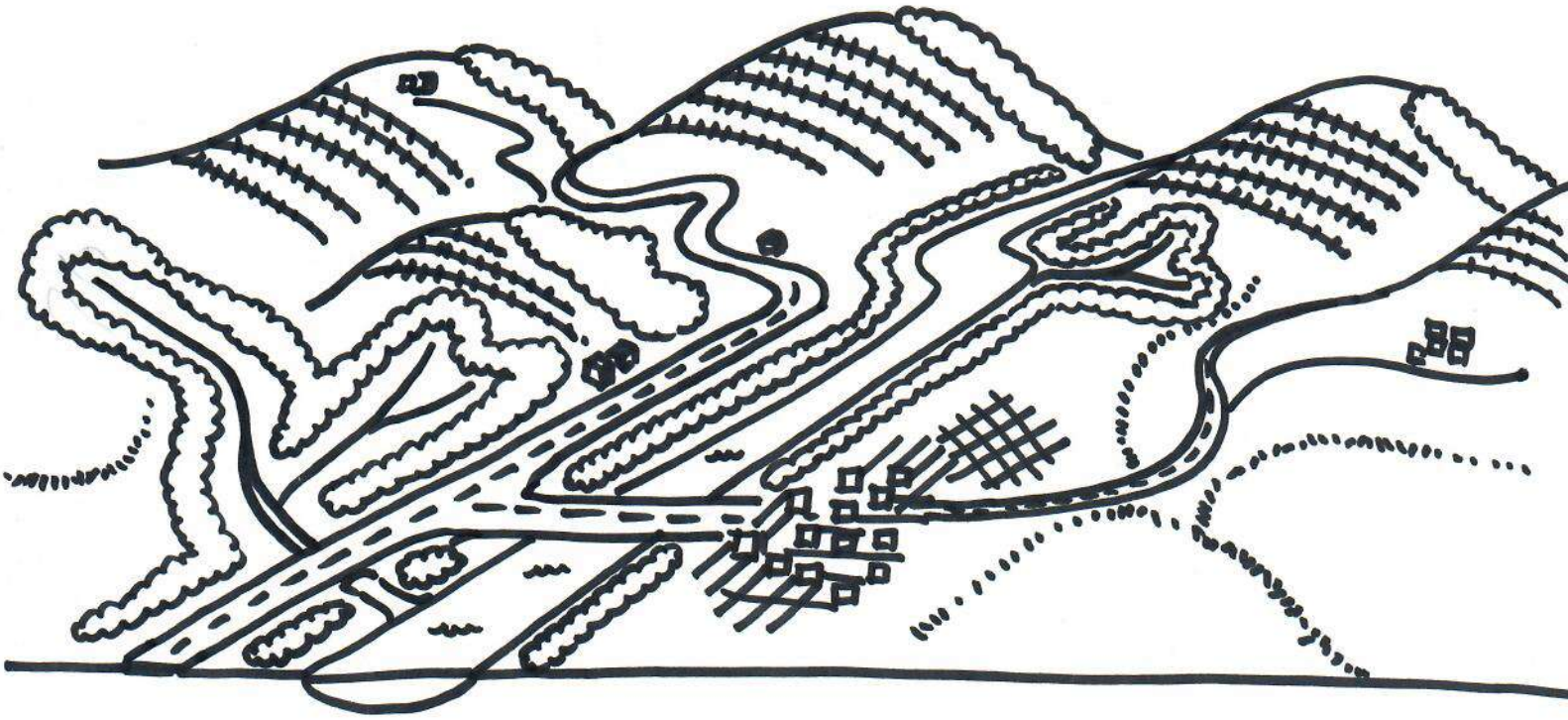
Floresta Natural e Mosaico de Agricultura e Pastagem



Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

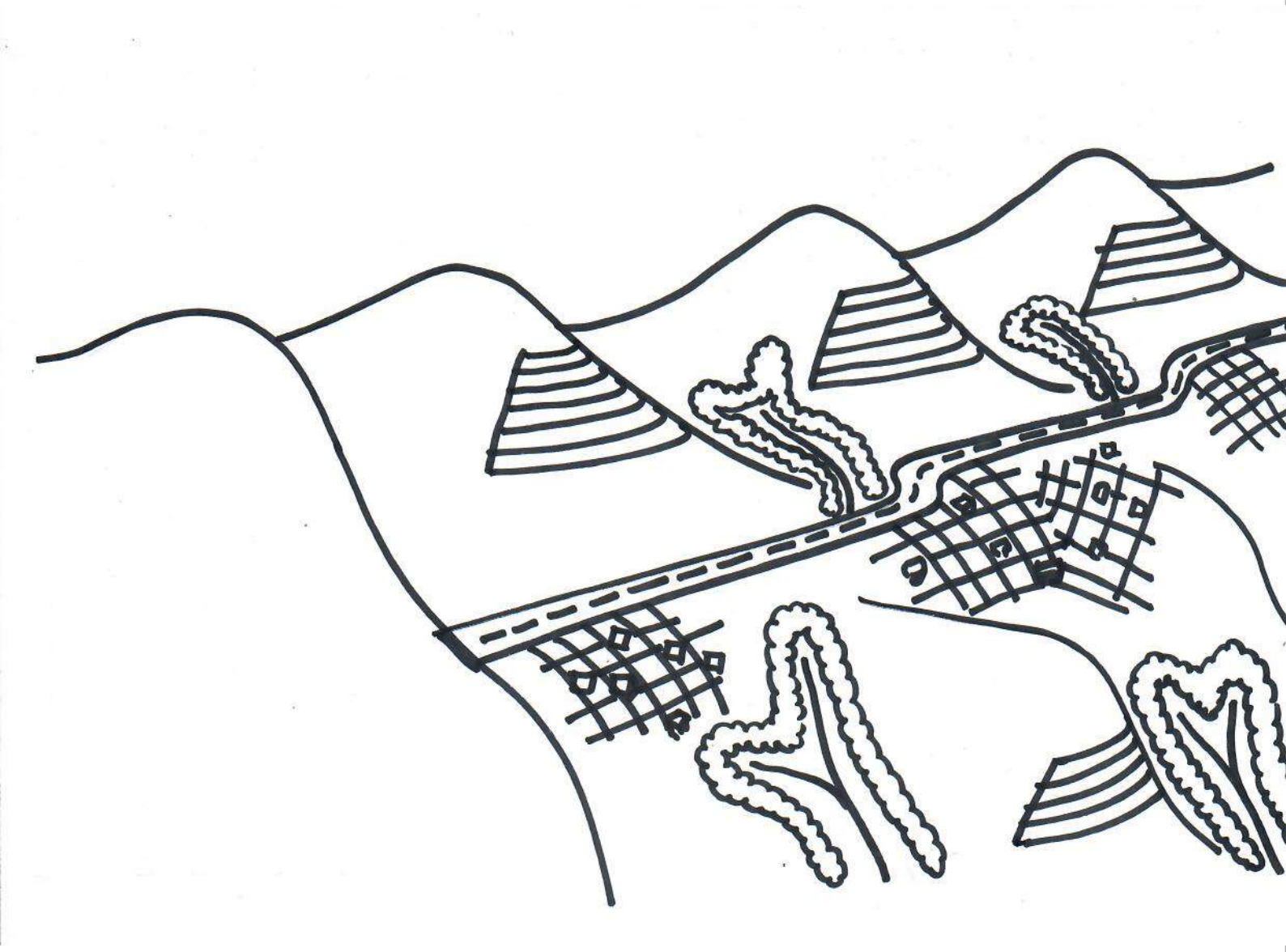
Mosaico de Agricultura e Pastagem e Florestas Esparsas



Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

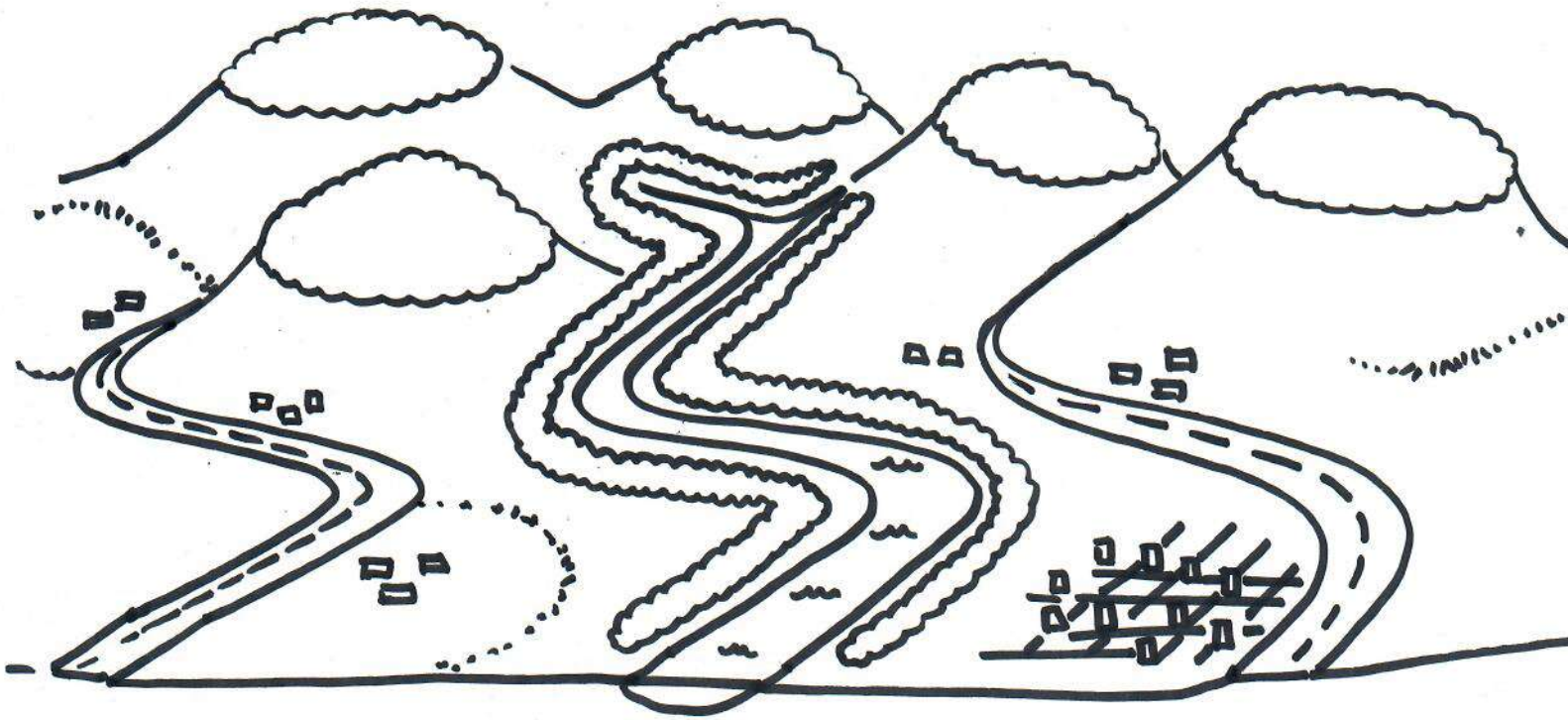
Campo Rupestre Urbanizado e Minerado



Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

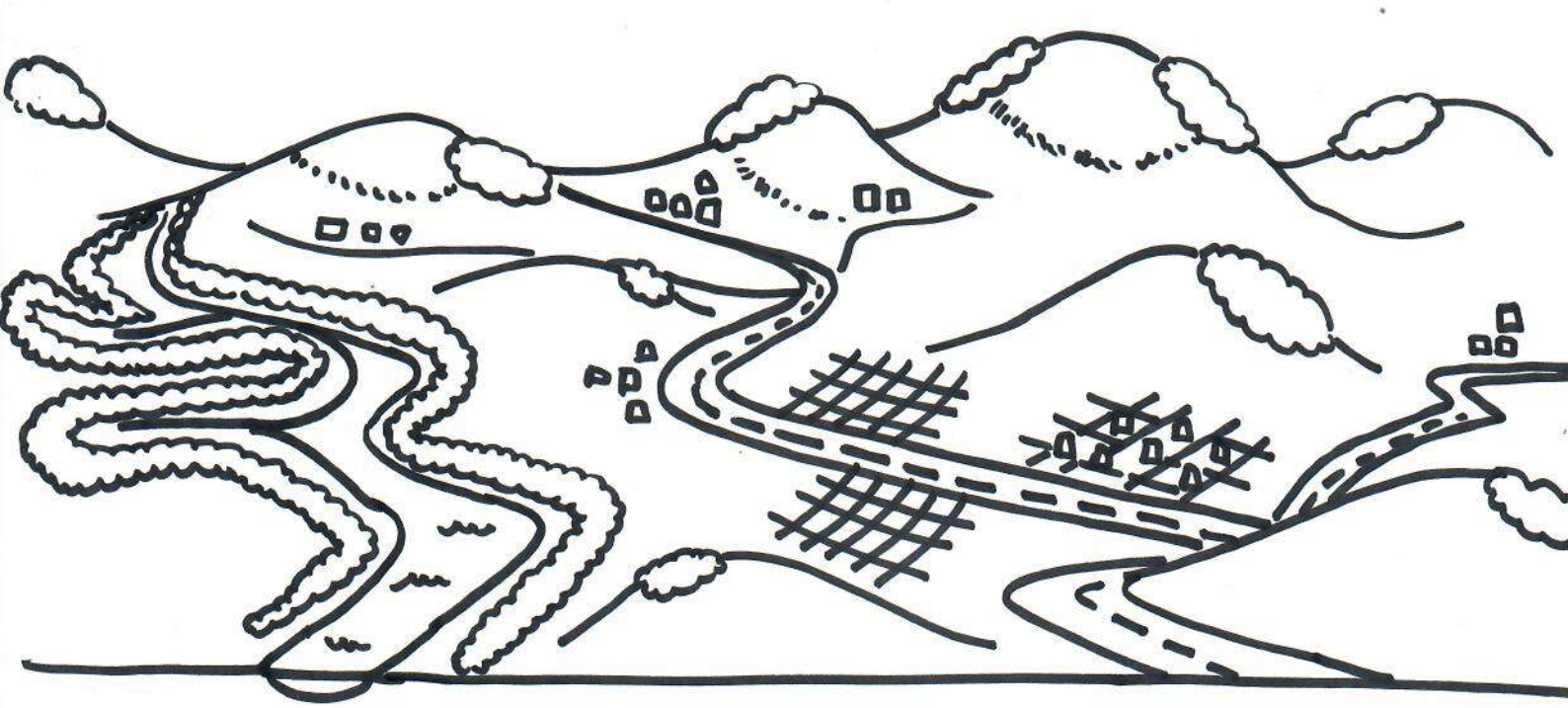
Floresta Natural e Mosaico de Agricultura e Pastagem



Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

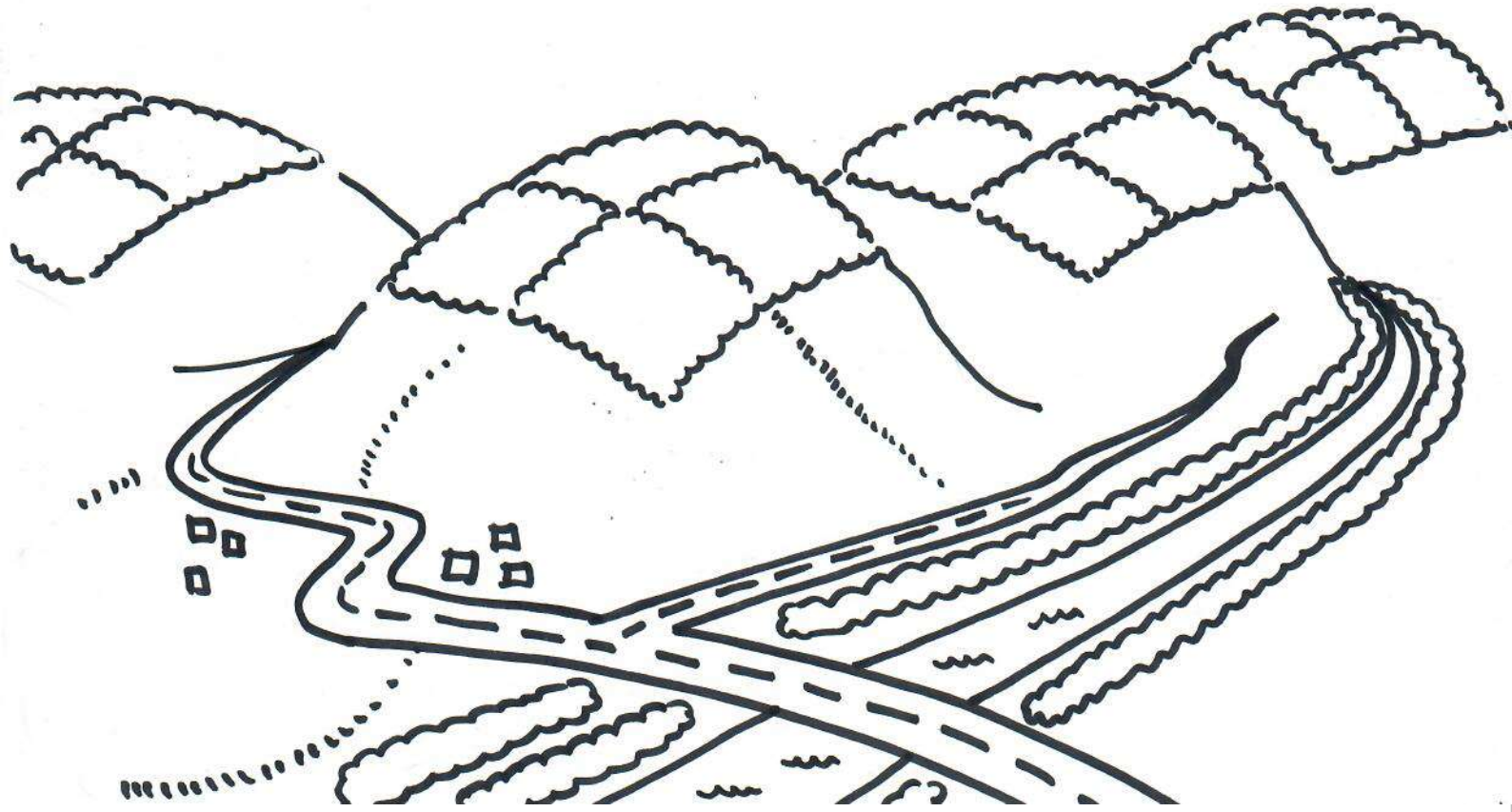
Rururbano



Vista de topo

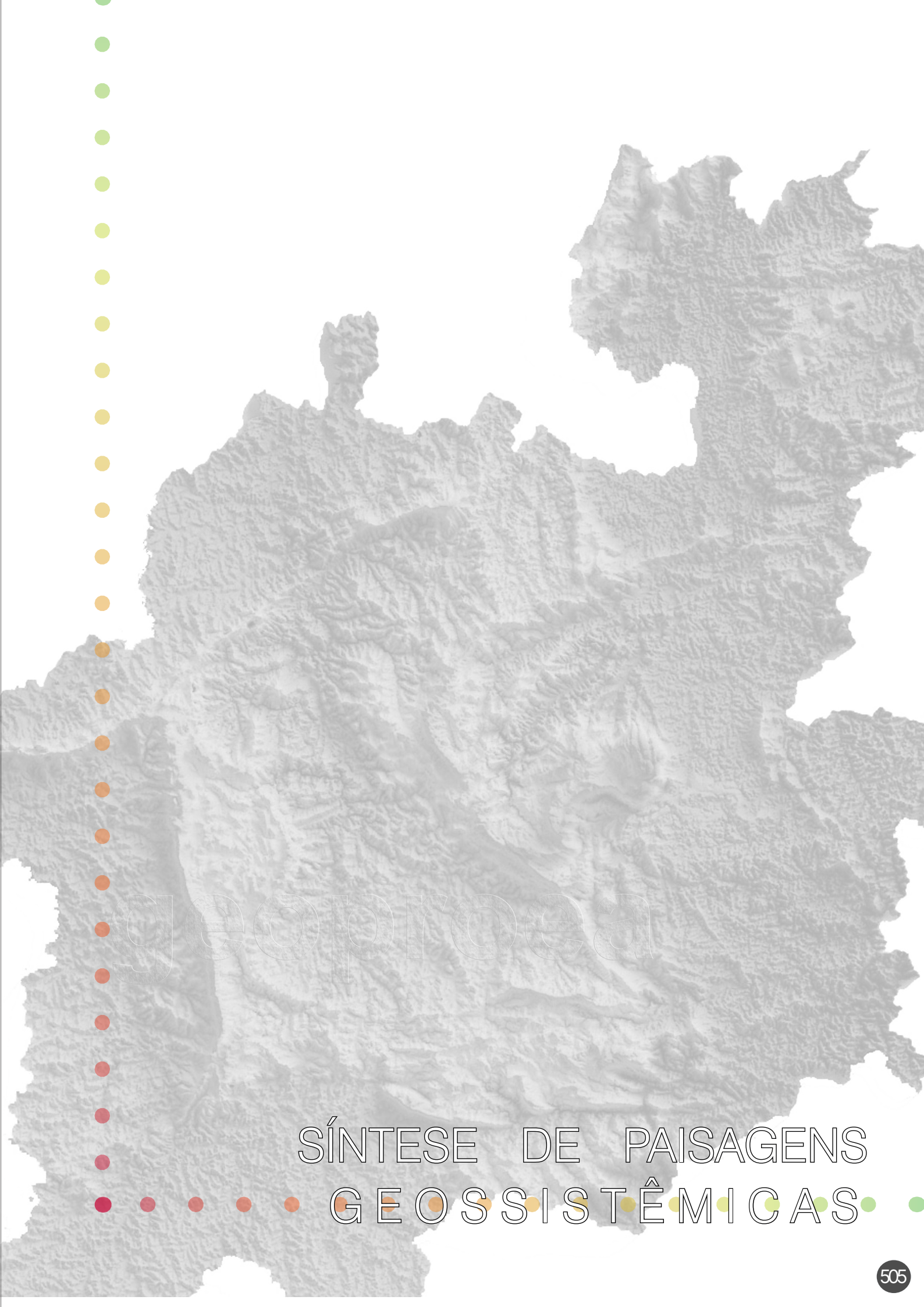
Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.

Floresta Plantada (Monocultura) e Pastagem



Vista de topo

Imagens de capturas por drone elaboradas pelos autores.



SÍNTESE DE PAISAGENS GEOSSISTÊMICAS

Provisão: Unidade Geossistêmicas Minerária de Congonhas
(1.1)

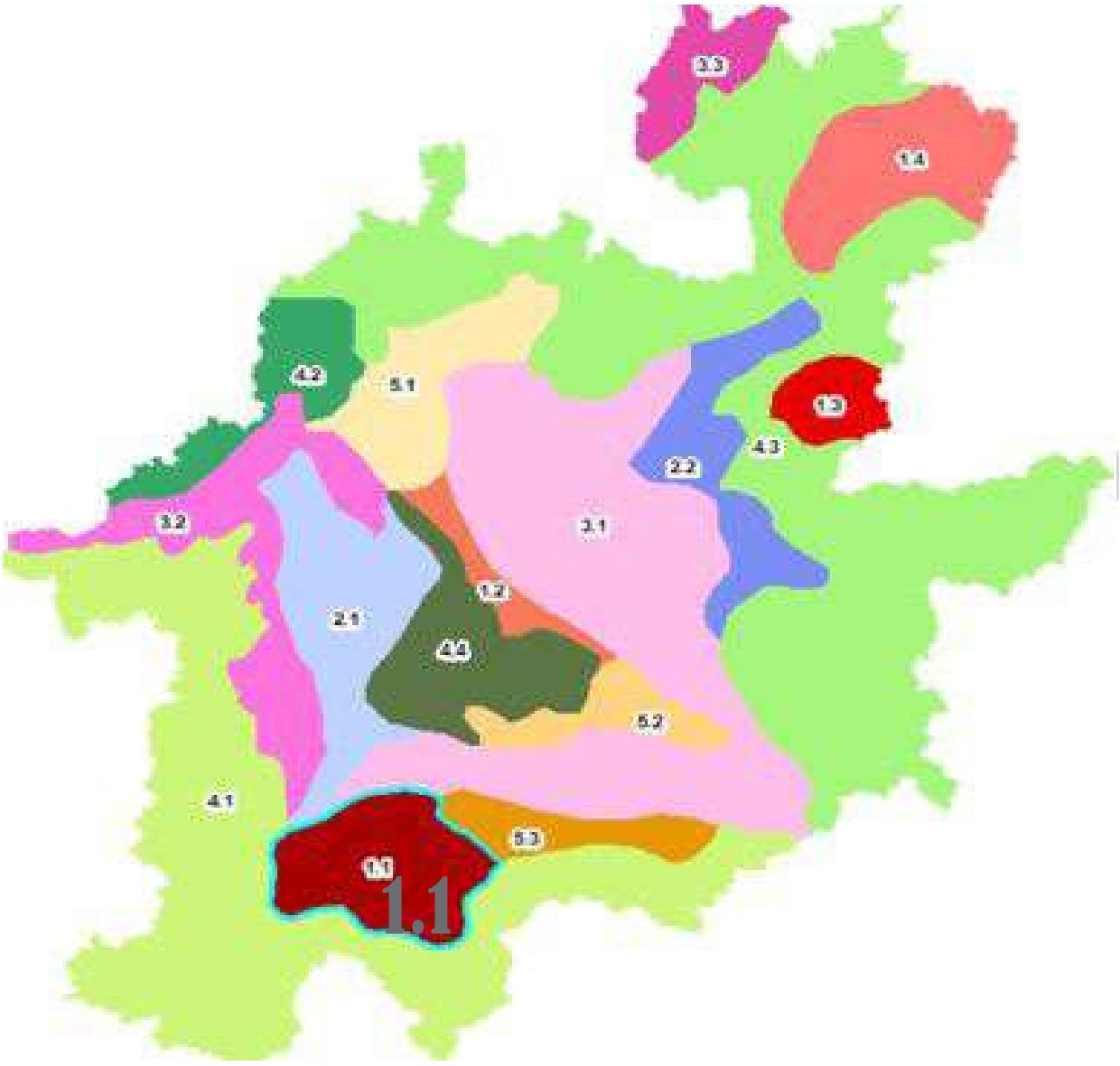
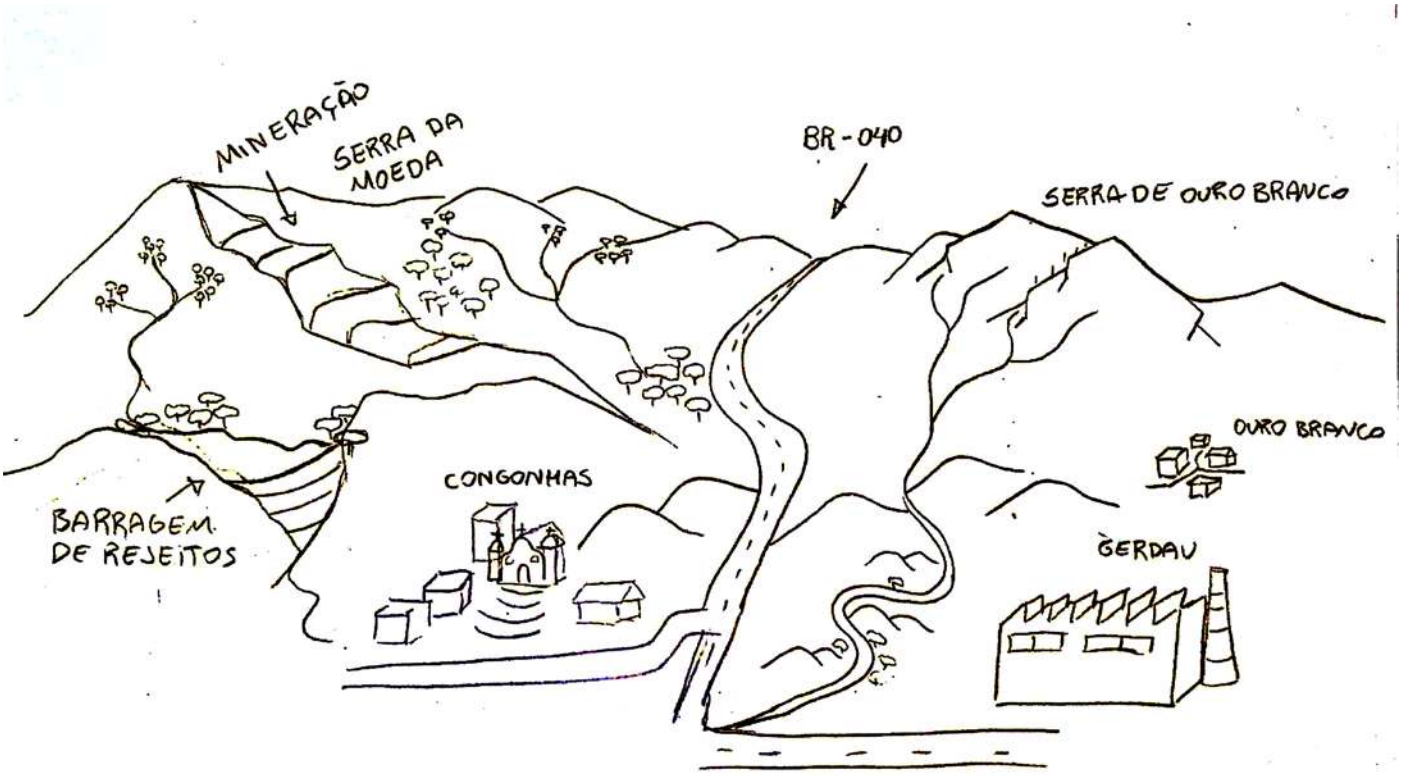


Imagem Google Earth..



Provisão: Unidade Geossistêmicas Minerária de Itabirito
(1.2)

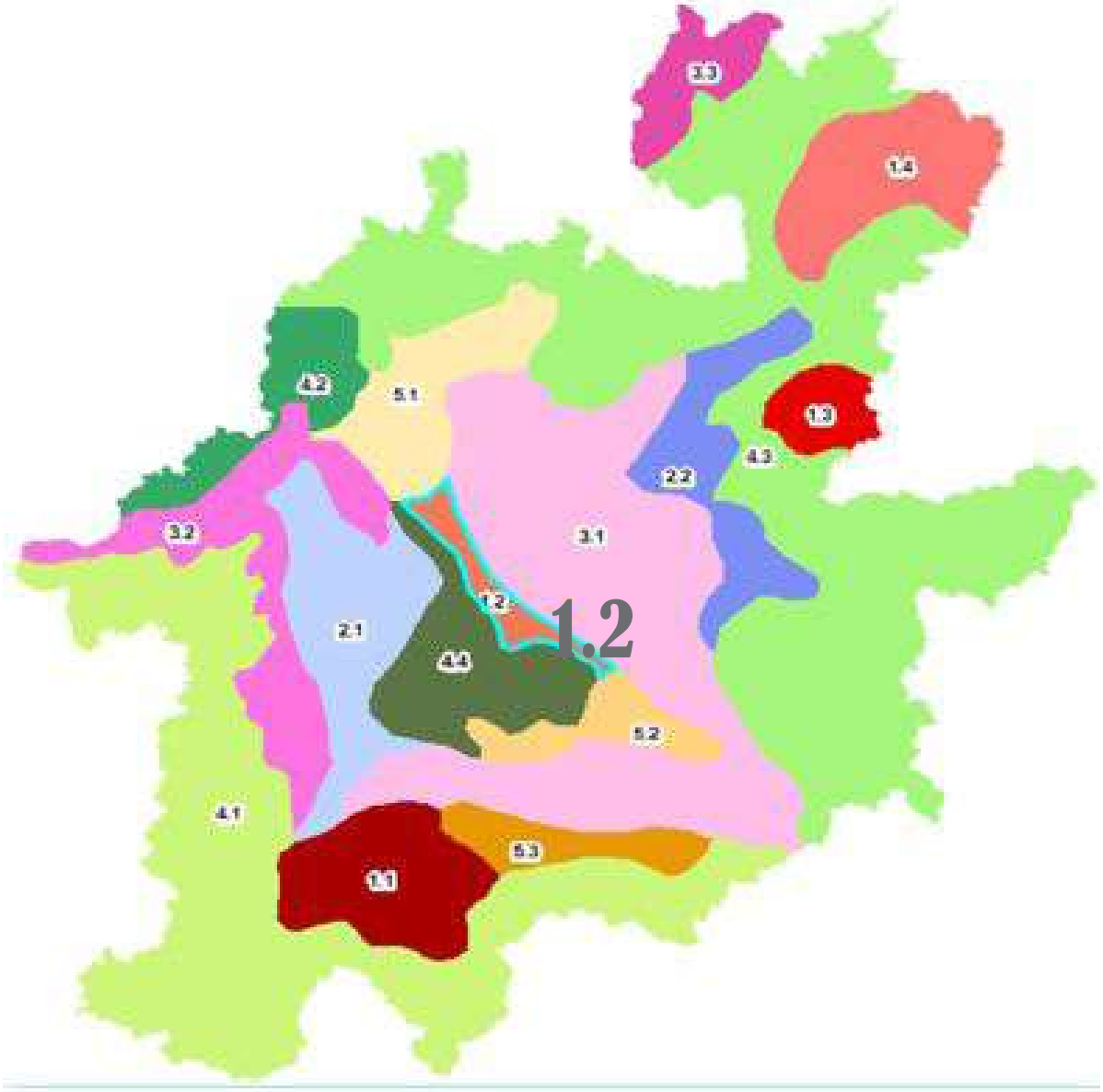
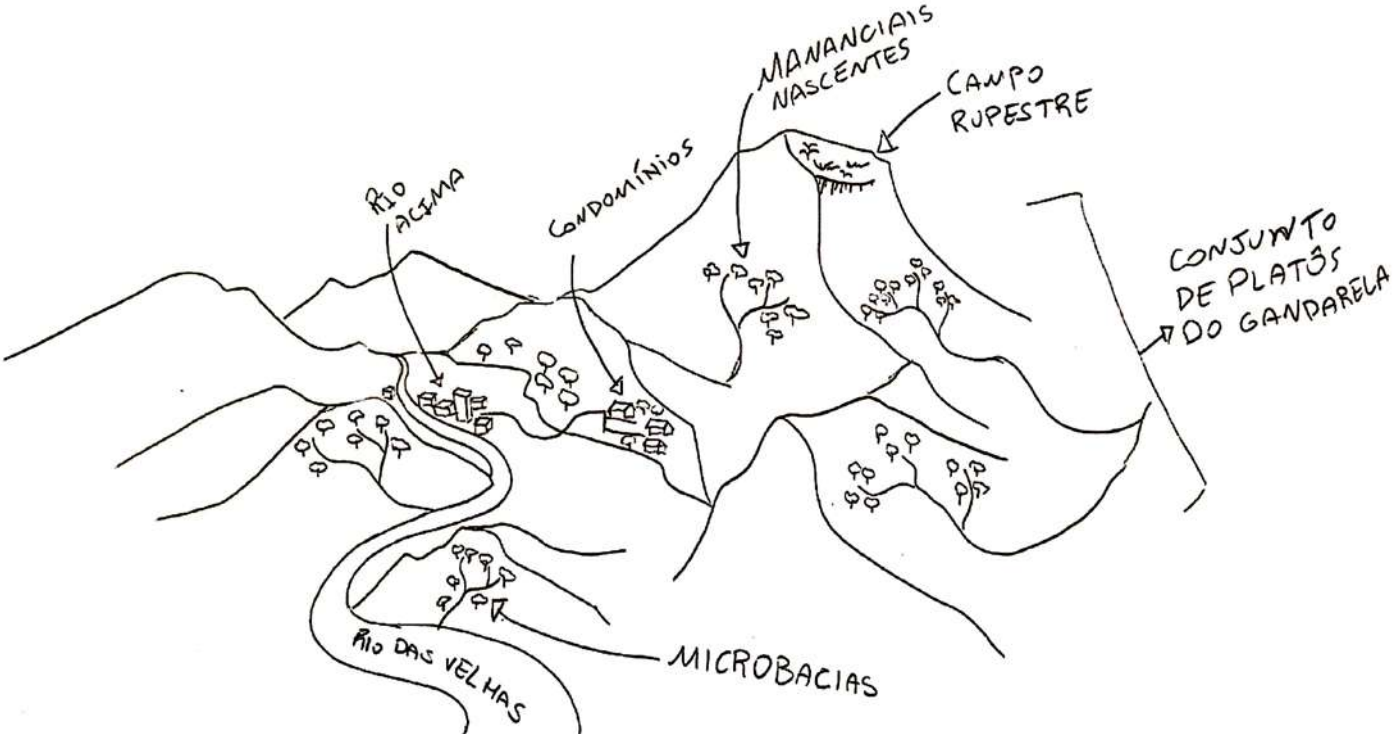


Imagem Google Earth..



Provisão: Unidade Geossistêmicas Minerária de Rio Picicaba
(1.3)

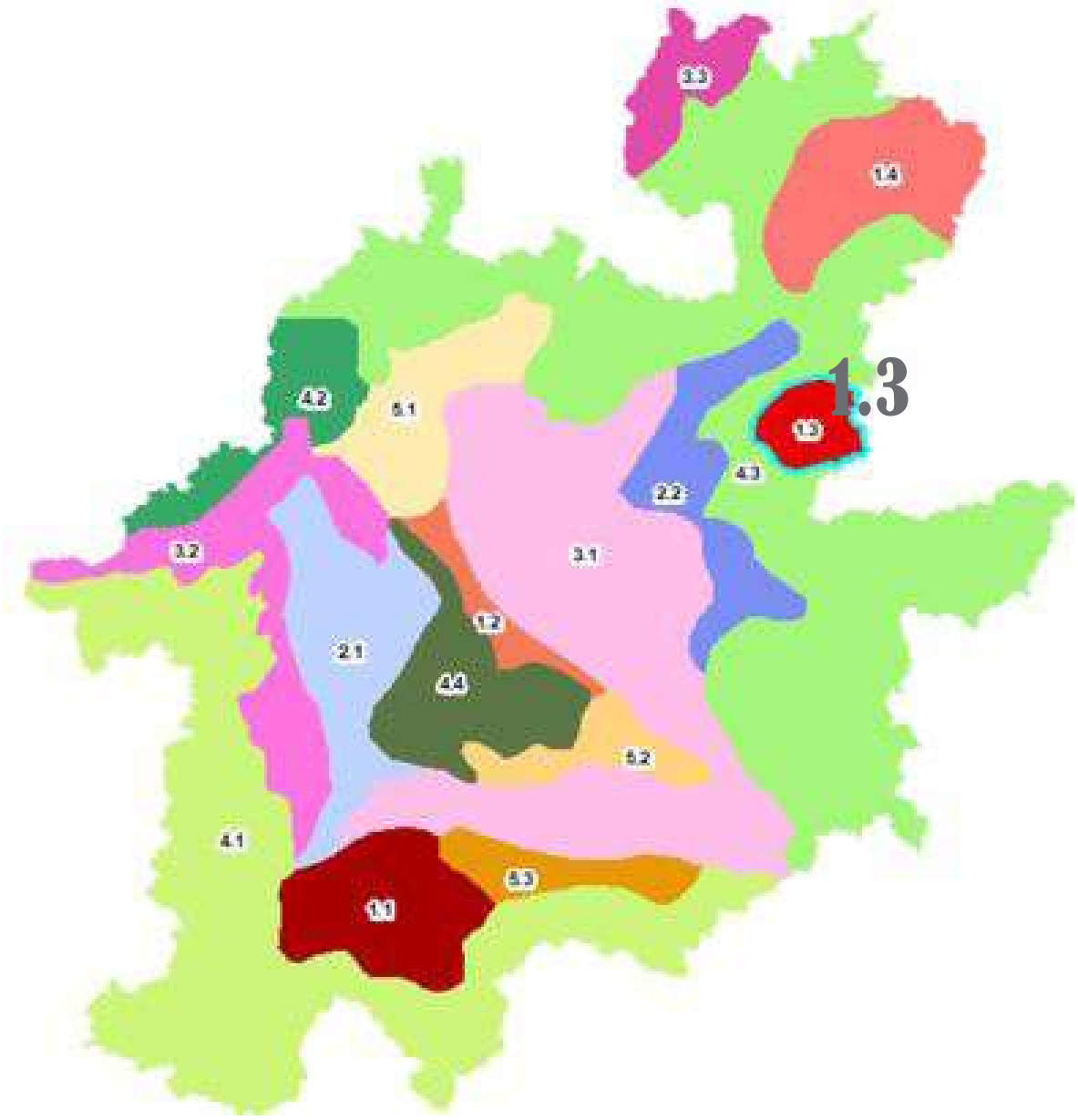
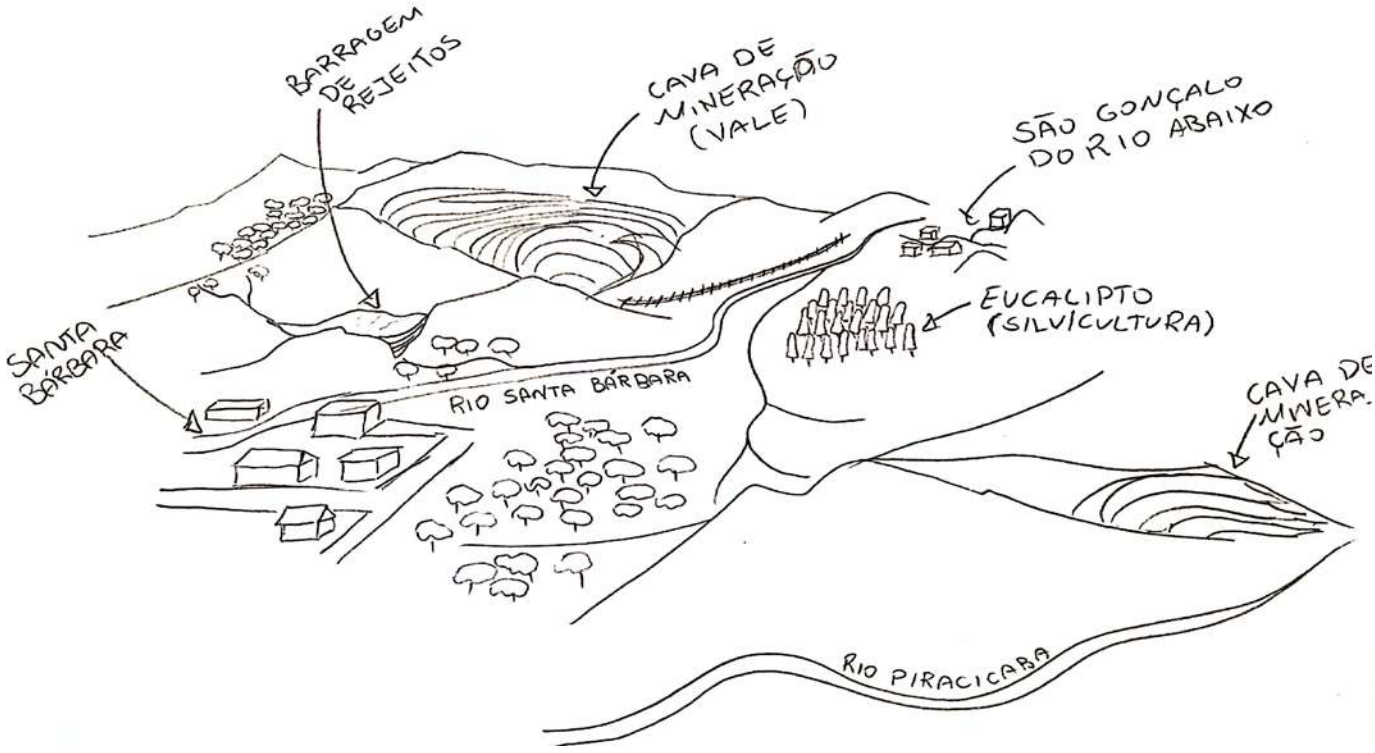


Imagem Google Earth..



Provisão: Unidade Geossistêmicas Minerária de Itabira
(1.4)

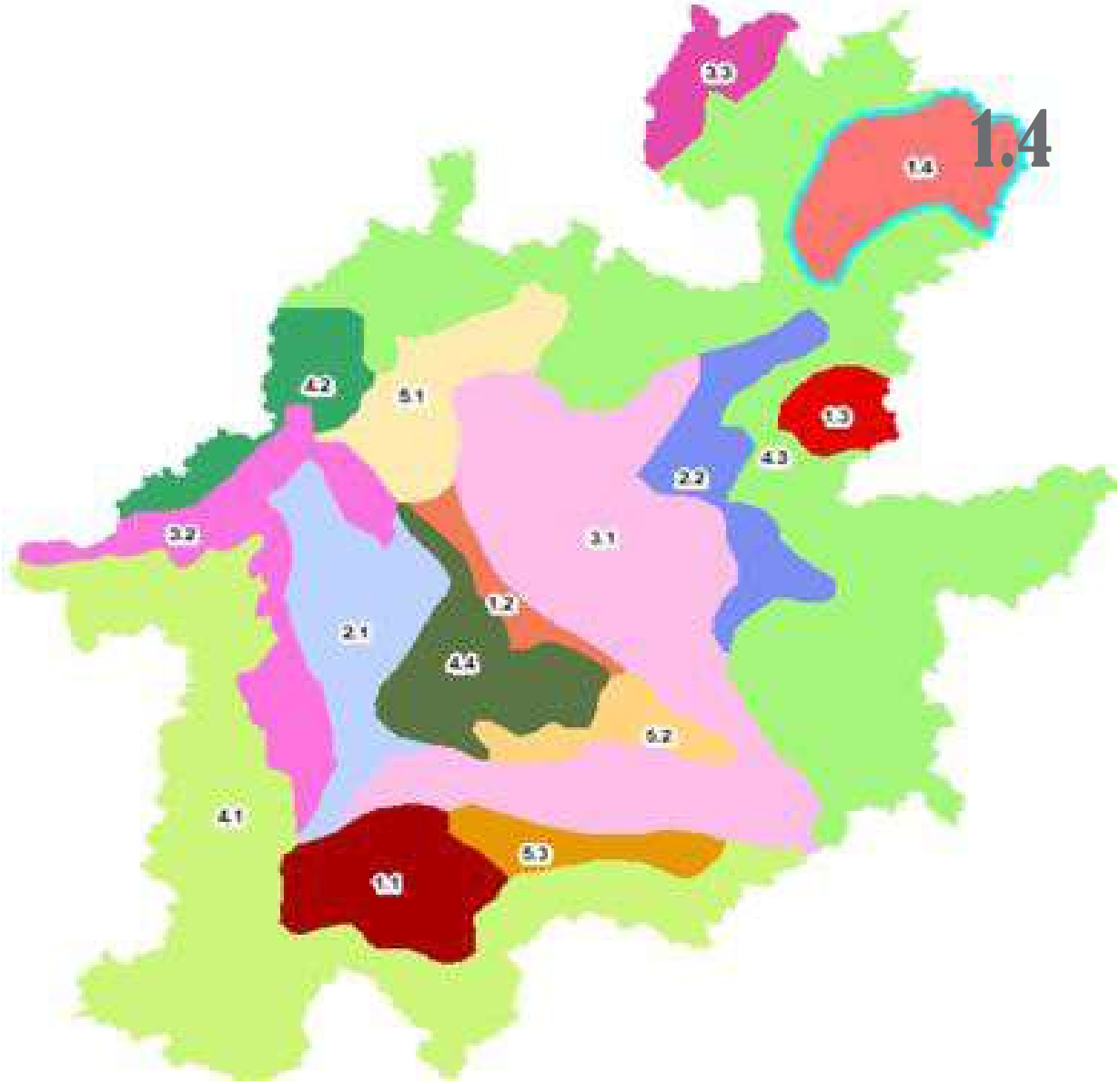
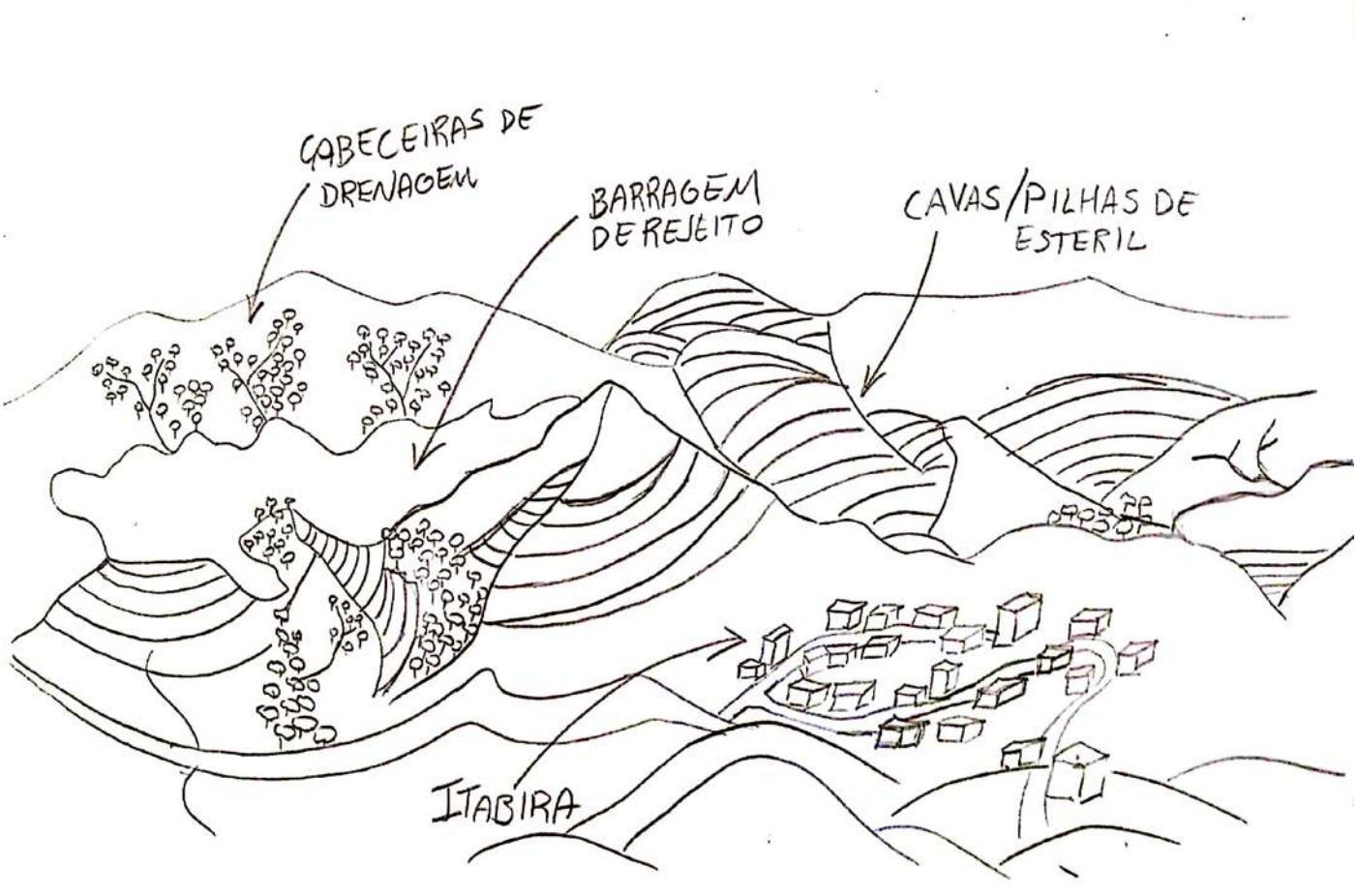


Imagem Google Earth..



Provisão + Cultura + Conhecimento: Unidade Geossistêmica do Eixo Moeda (2.1)

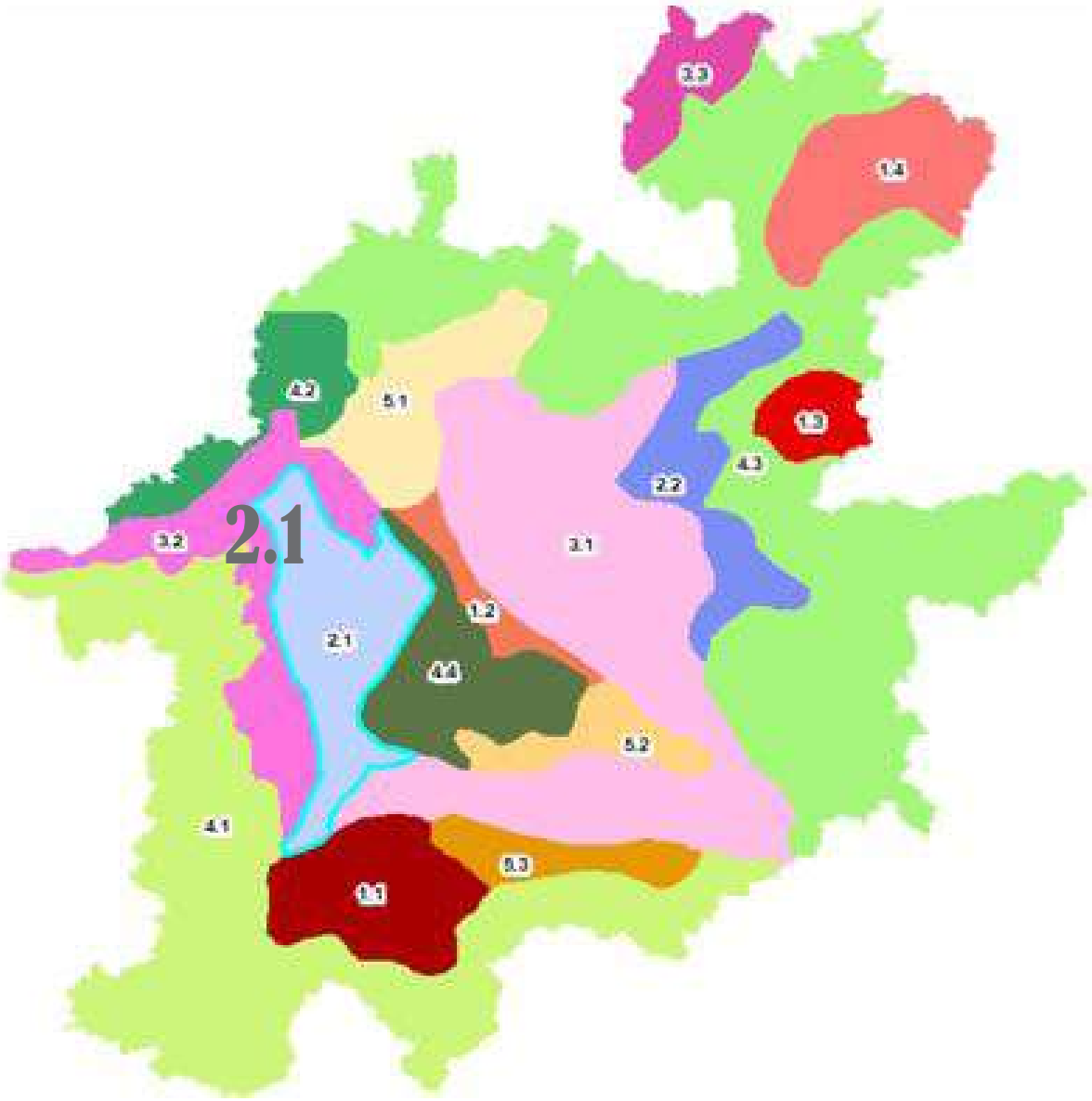
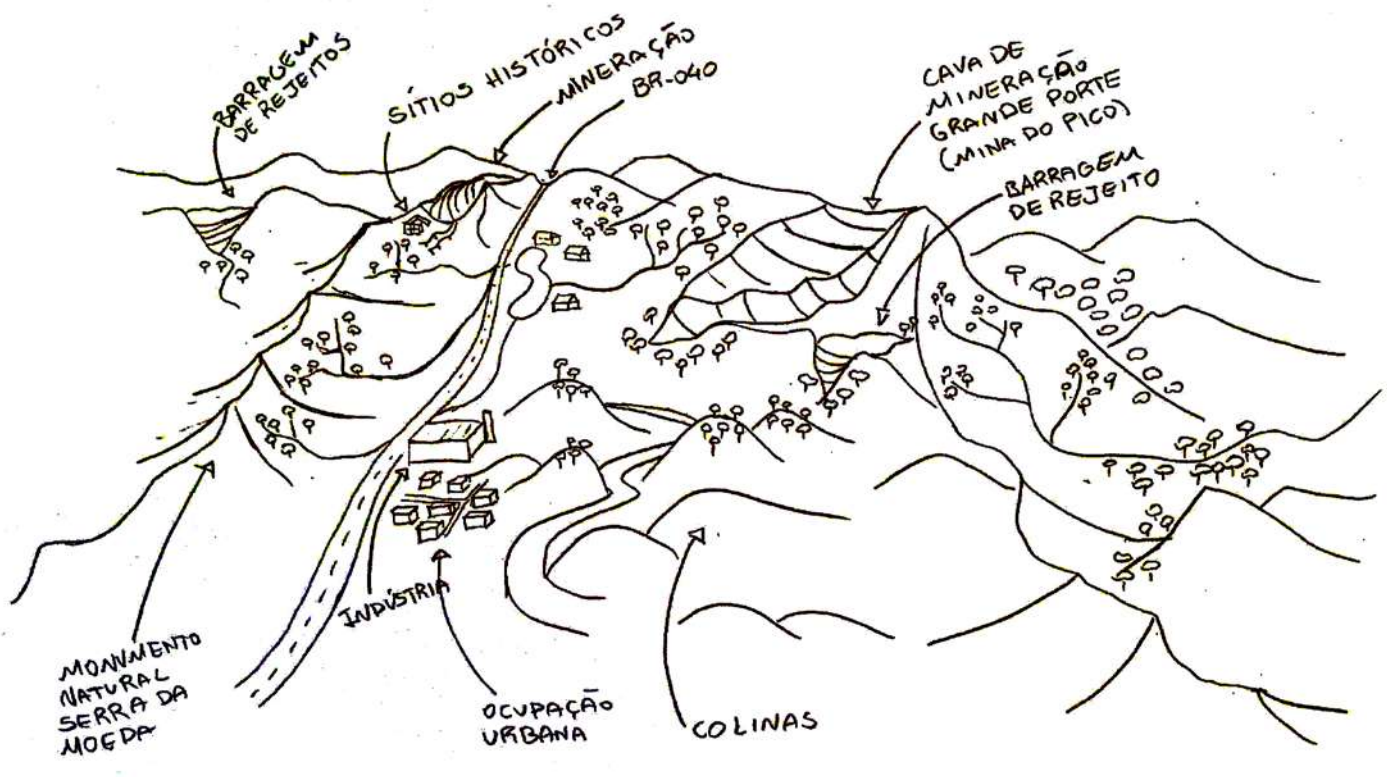
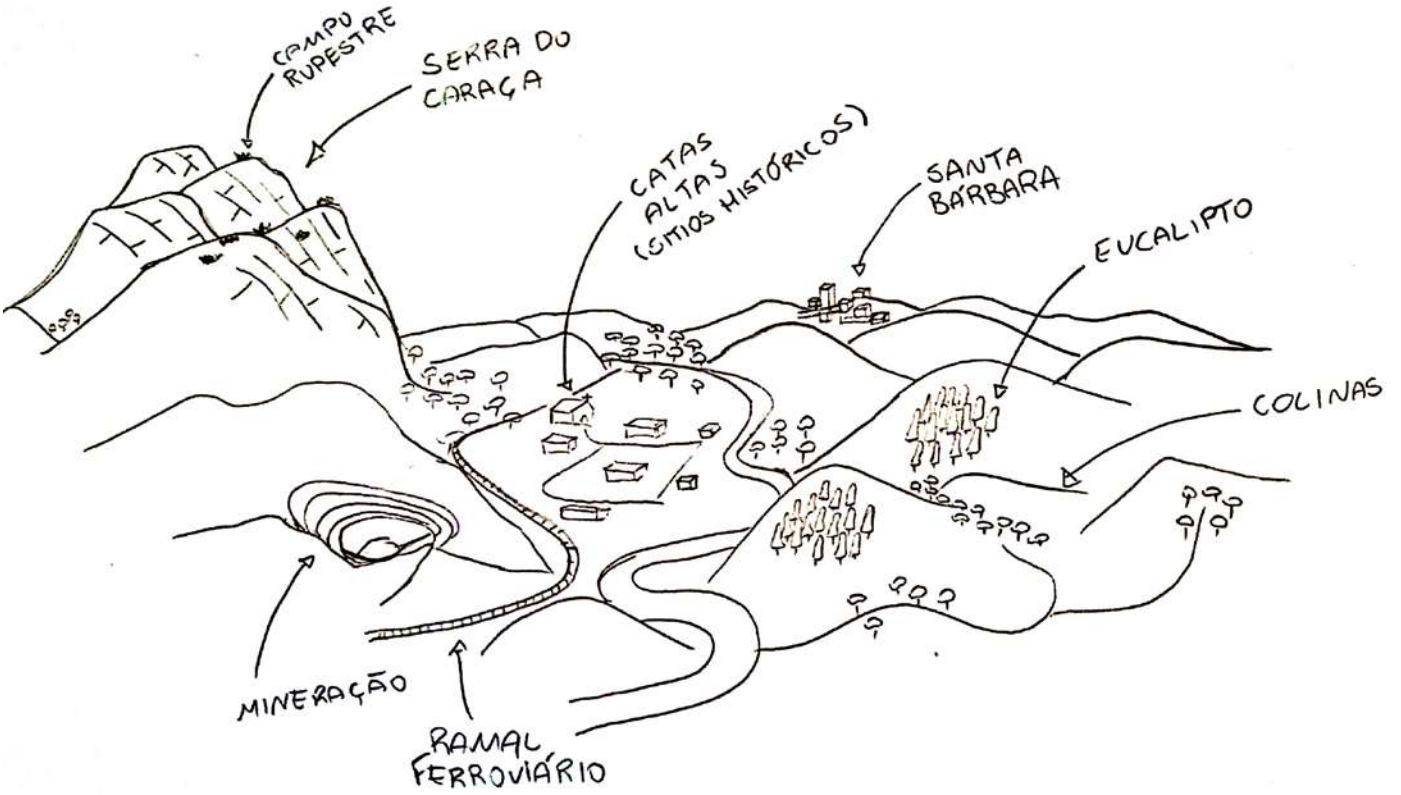


Imagem Google Earth..



Provisão + Cultura + Conhecimento: Unidade Geossistêmica do Leste do Caraça (2.2)

Imagem Google Earth..



Regulação: Unidade Geossistêmica do Cinturão Quartzítico de Platôs Gandarela (3.1)

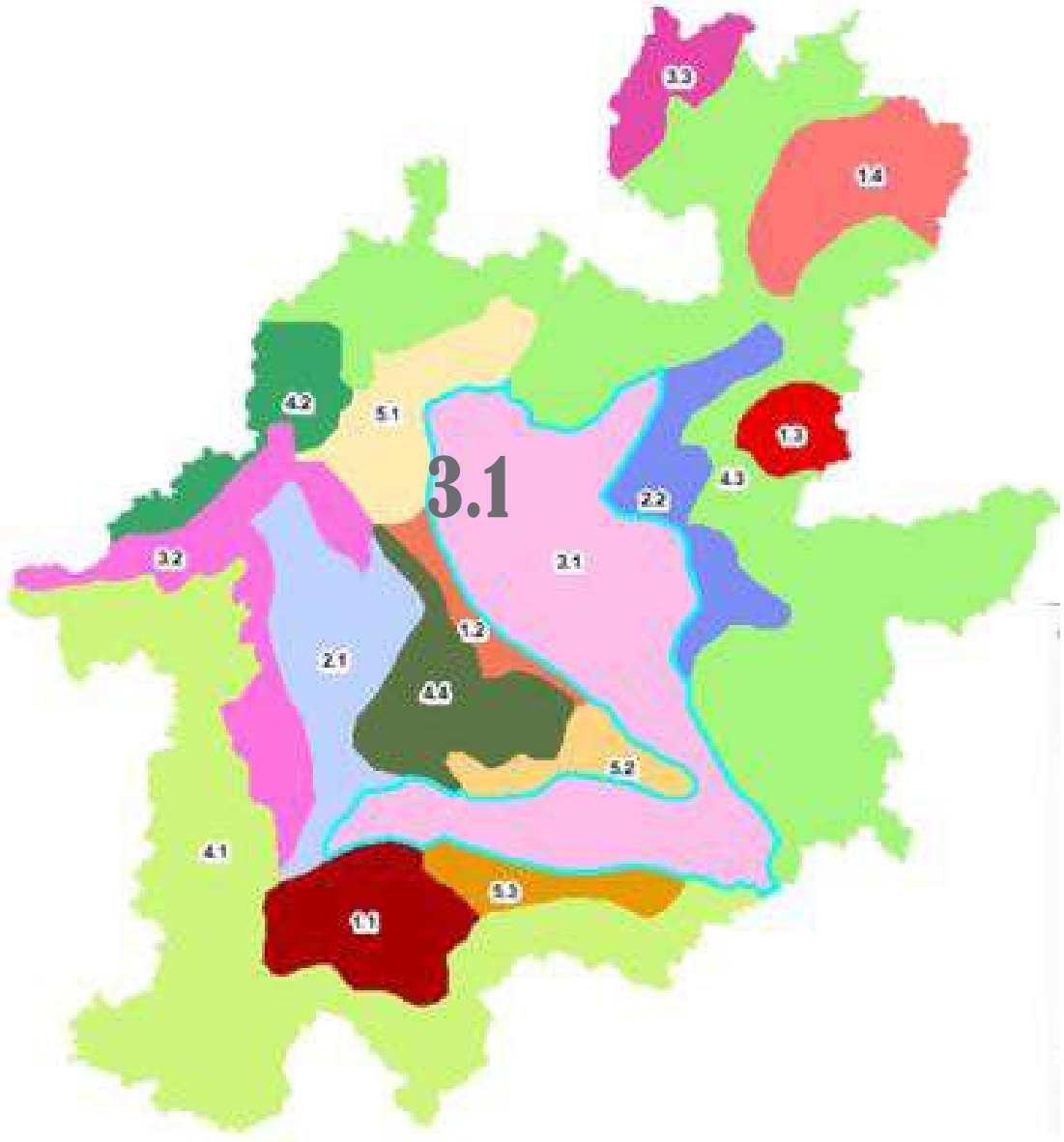
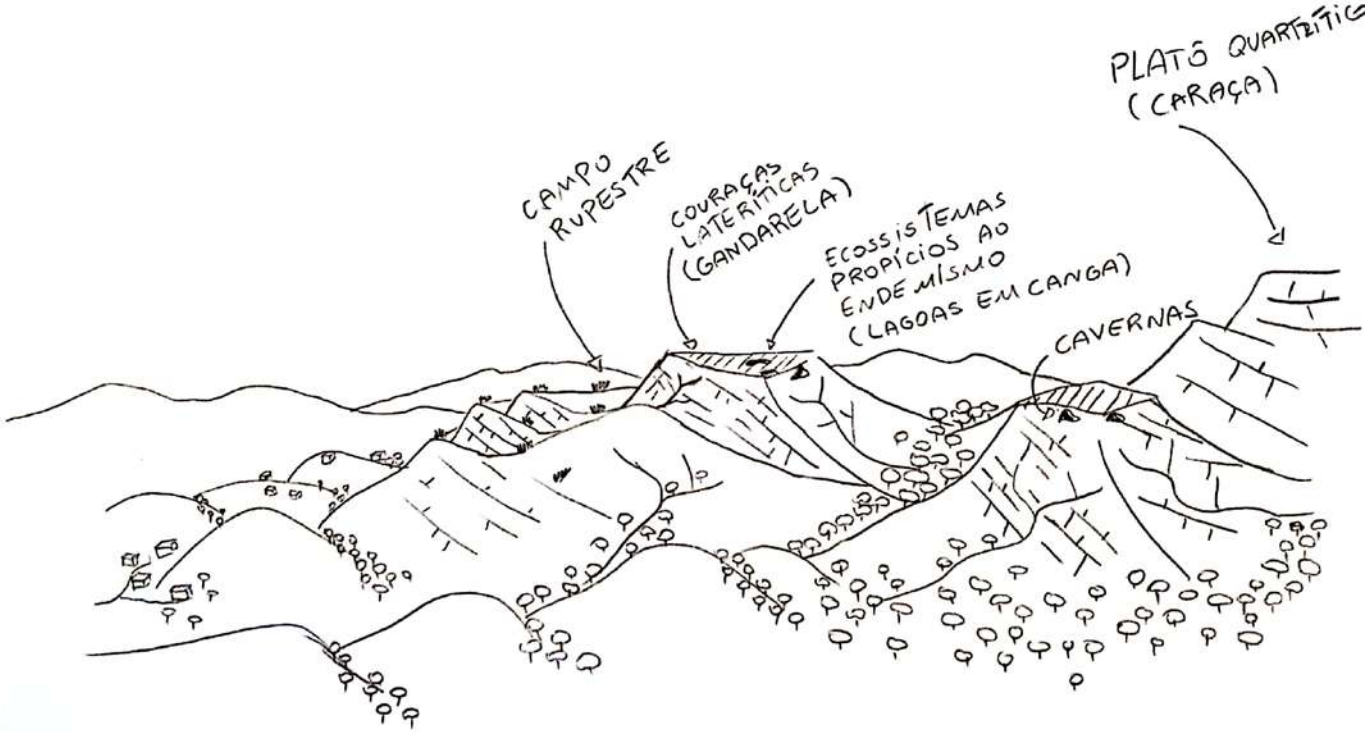


Imagem Google Earth..



Regulação: Unidade Geossistêmica do Cinturão Quartzítico de Platôs Moeda (3.2)

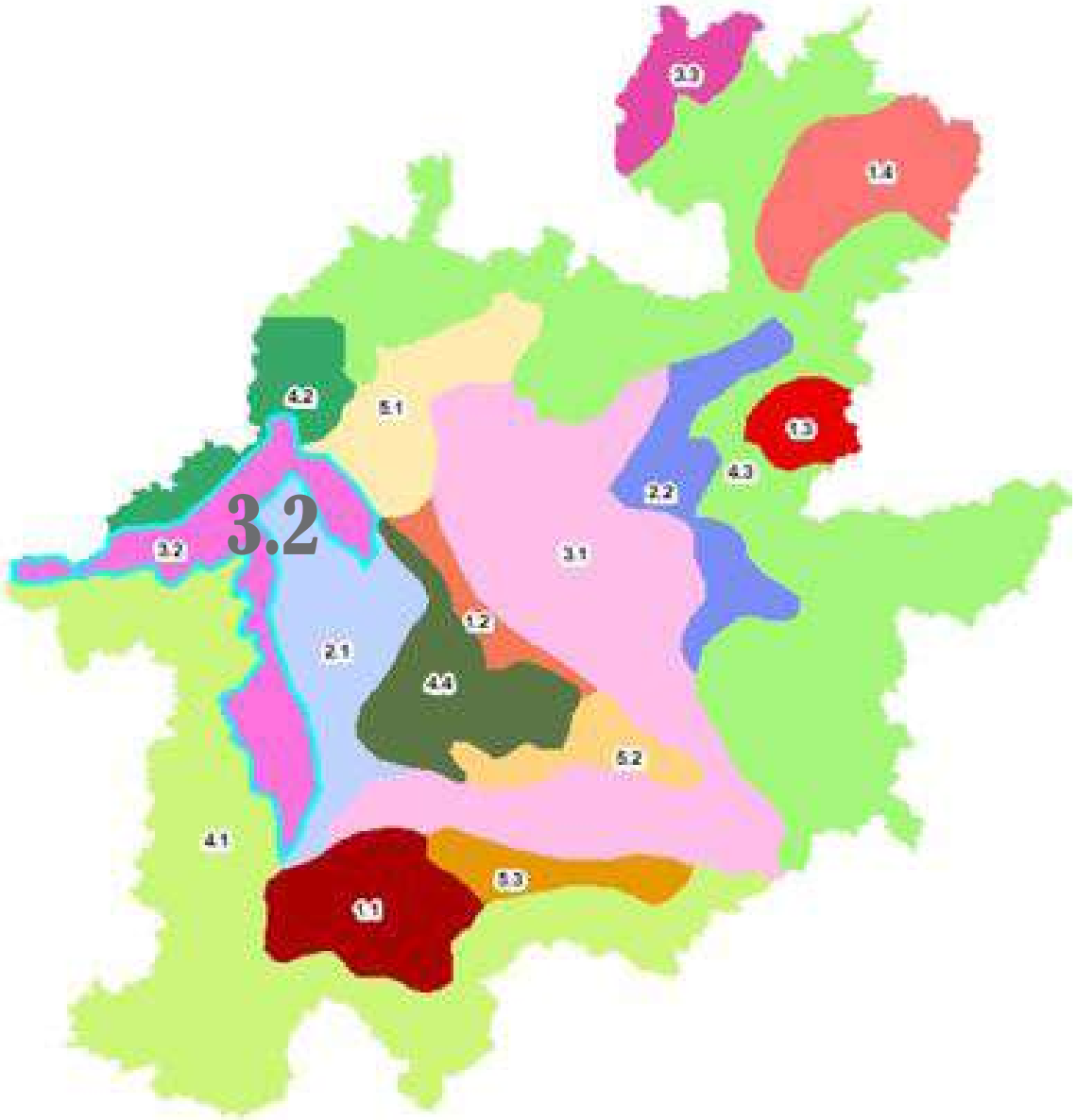
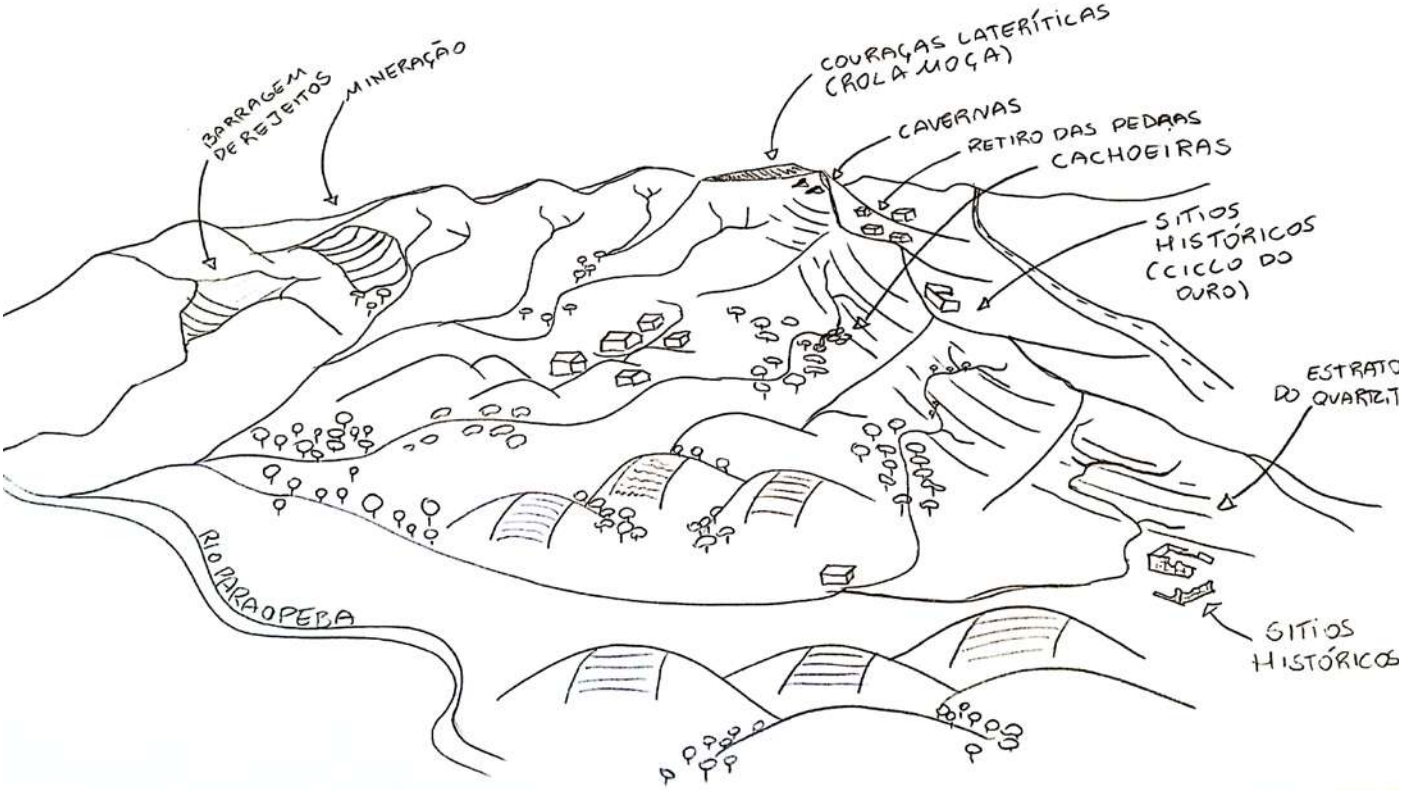


Imagem Google Earth..



Regulação: Unidade Geossistêmica do Sul do Espinhaço
(3.3)

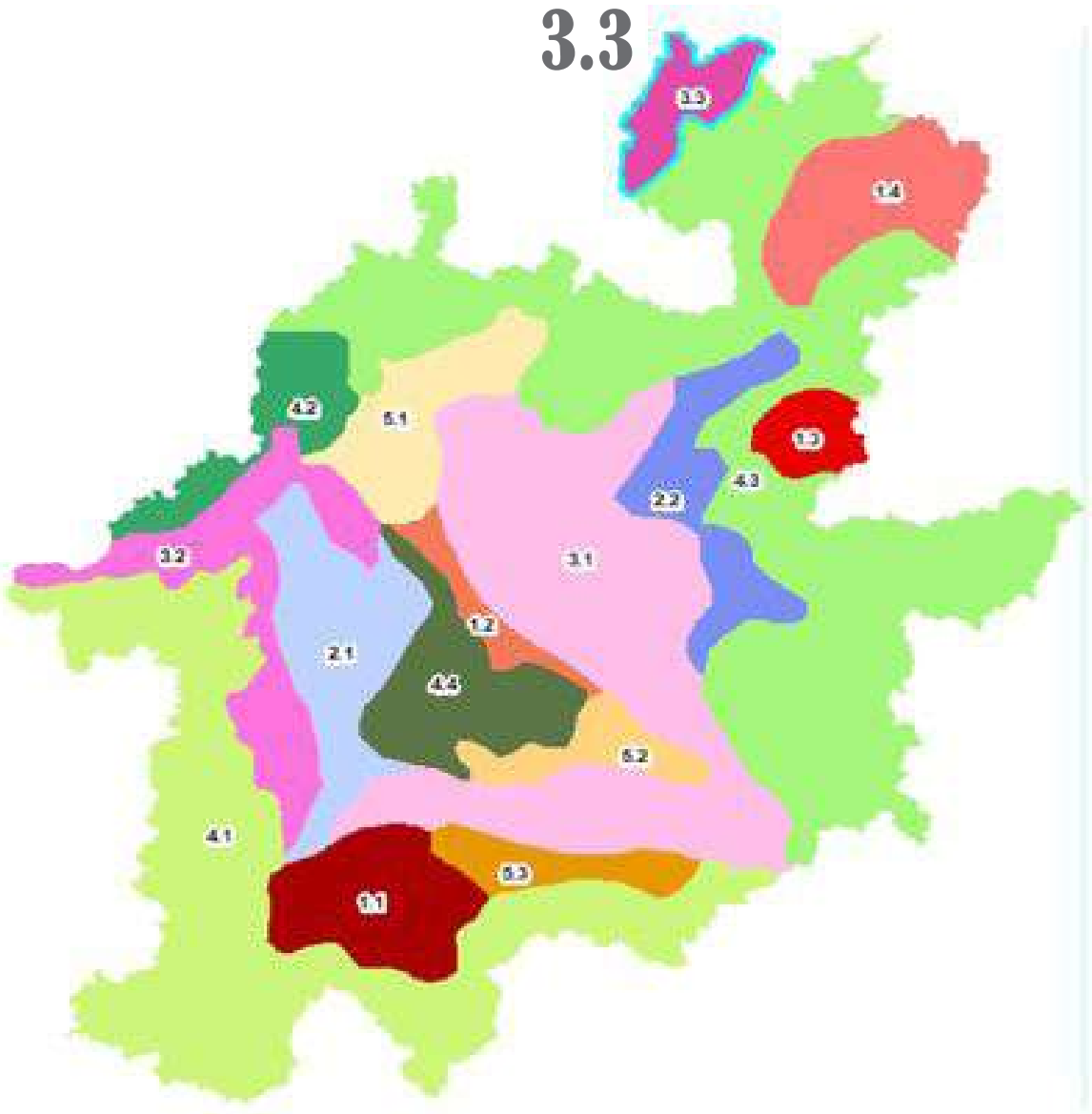
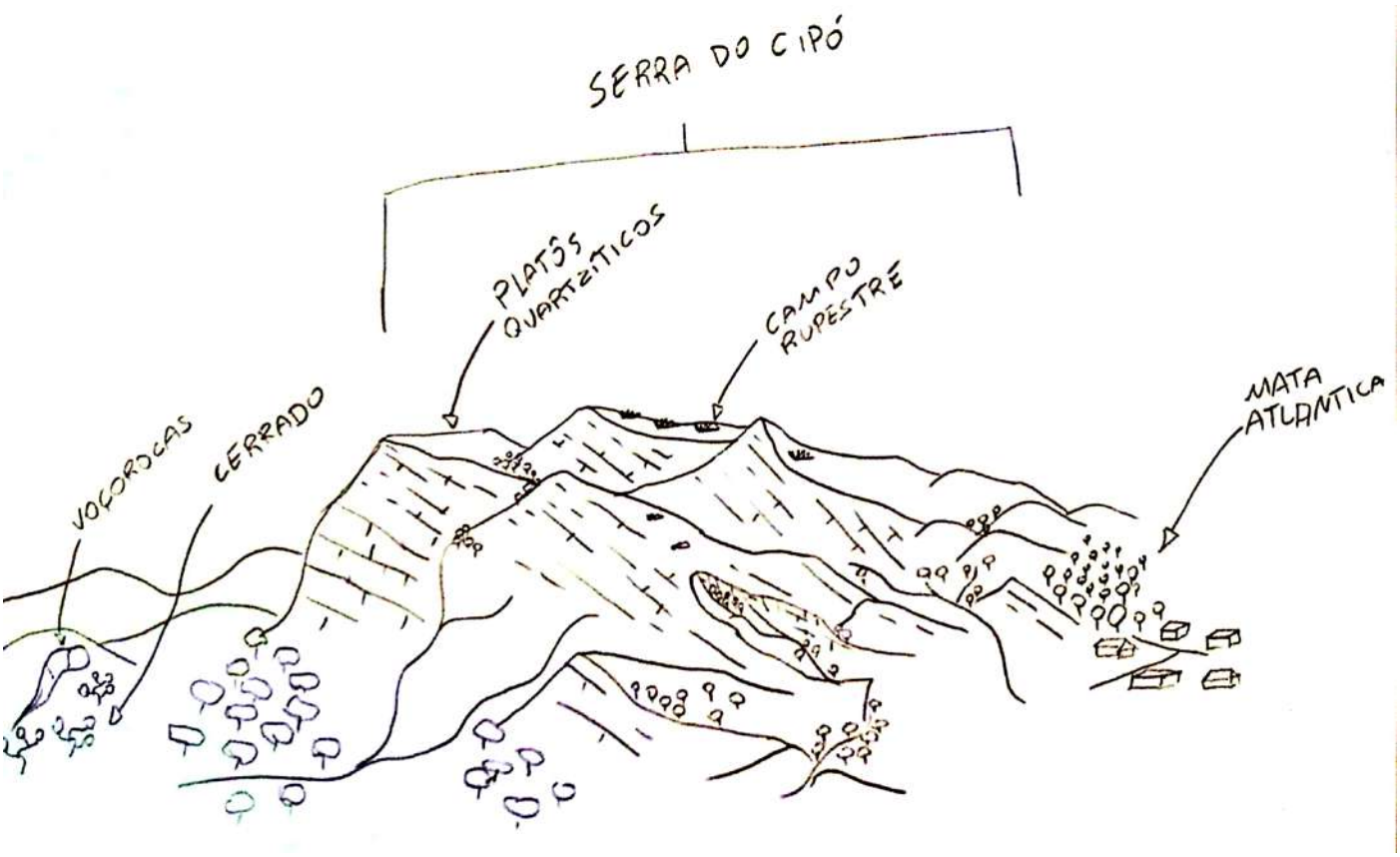


Imagem Google Earth..



Suporte: Unidade Geossistêmica da Bacia do Rio Paraopeba (4.1)

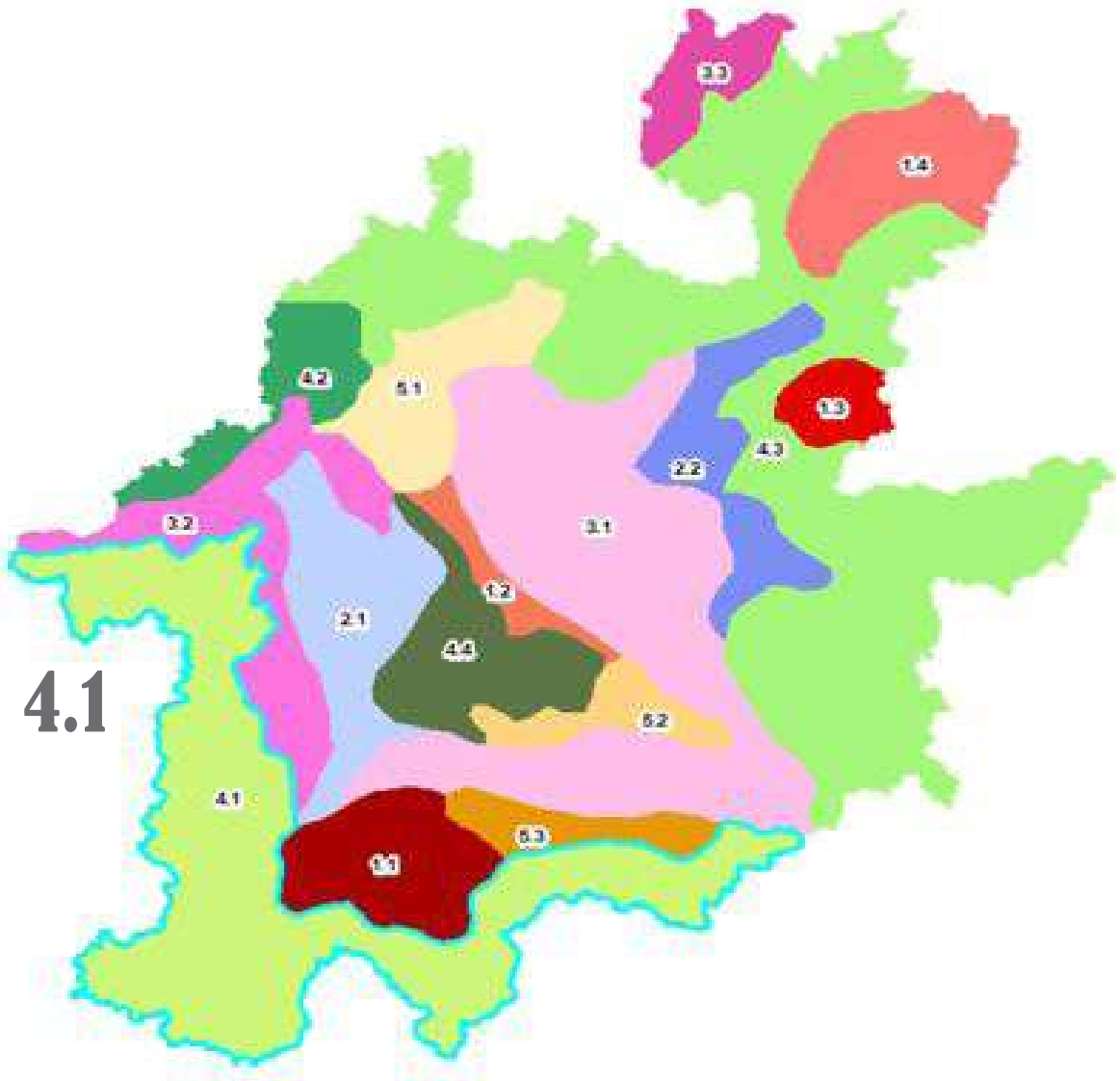
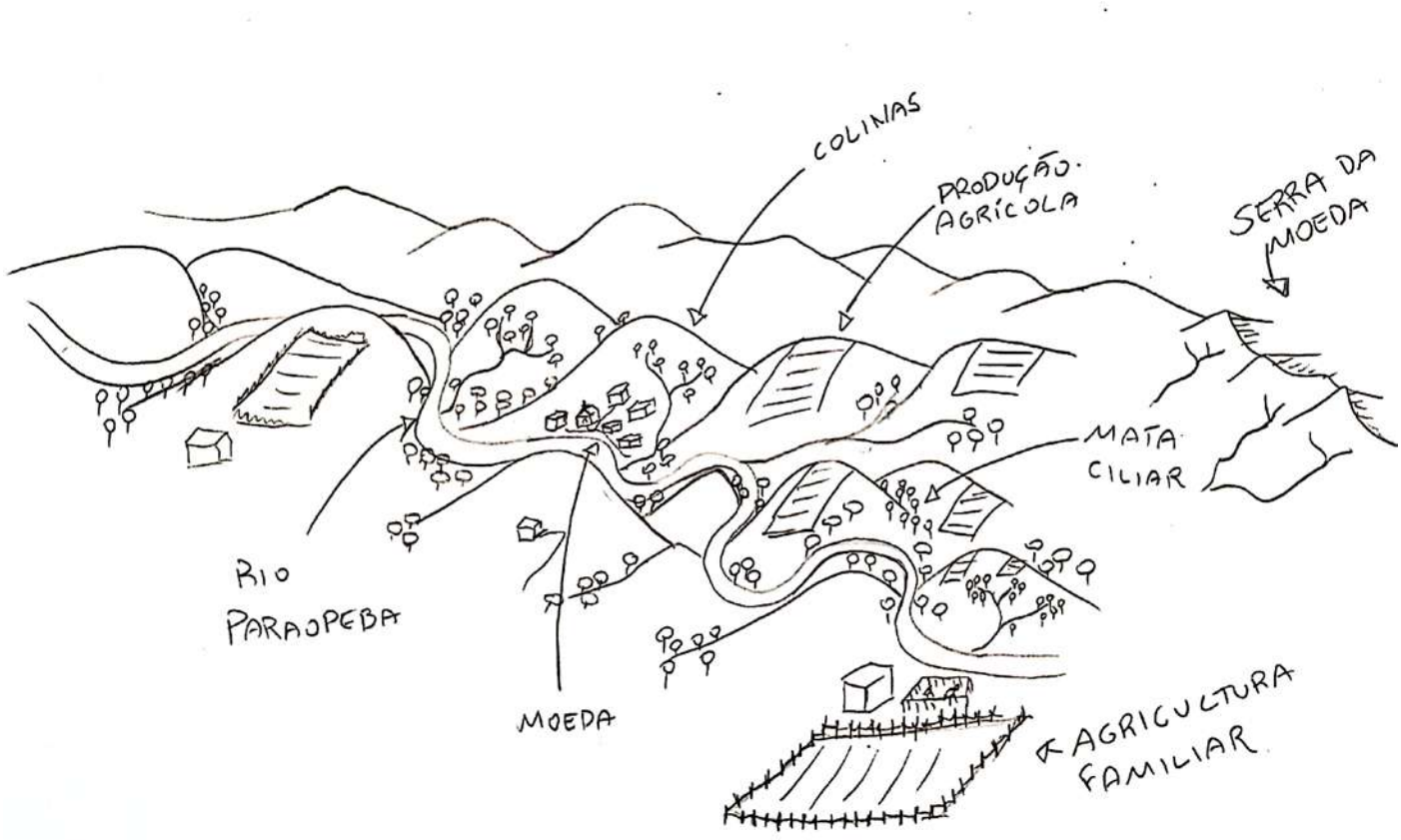


Imagem Google Earth..



Suporte: Unidade Geossistêmica Metropolitana (4.2)

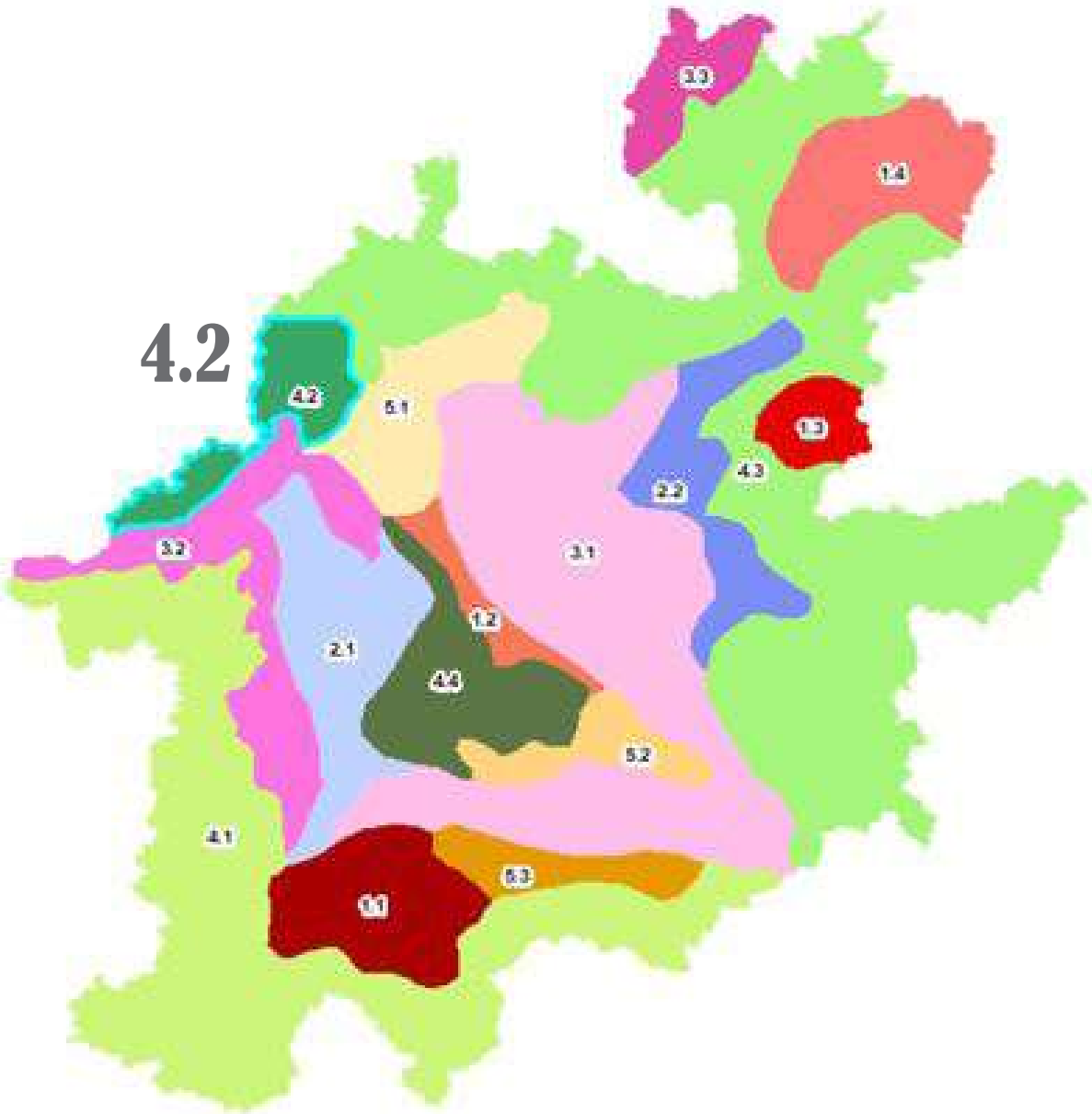


Imagem Google Earth..

Suporte: Unidade Geossistêmica das Bacias dos Rios Doce e Velhas
(4.3)

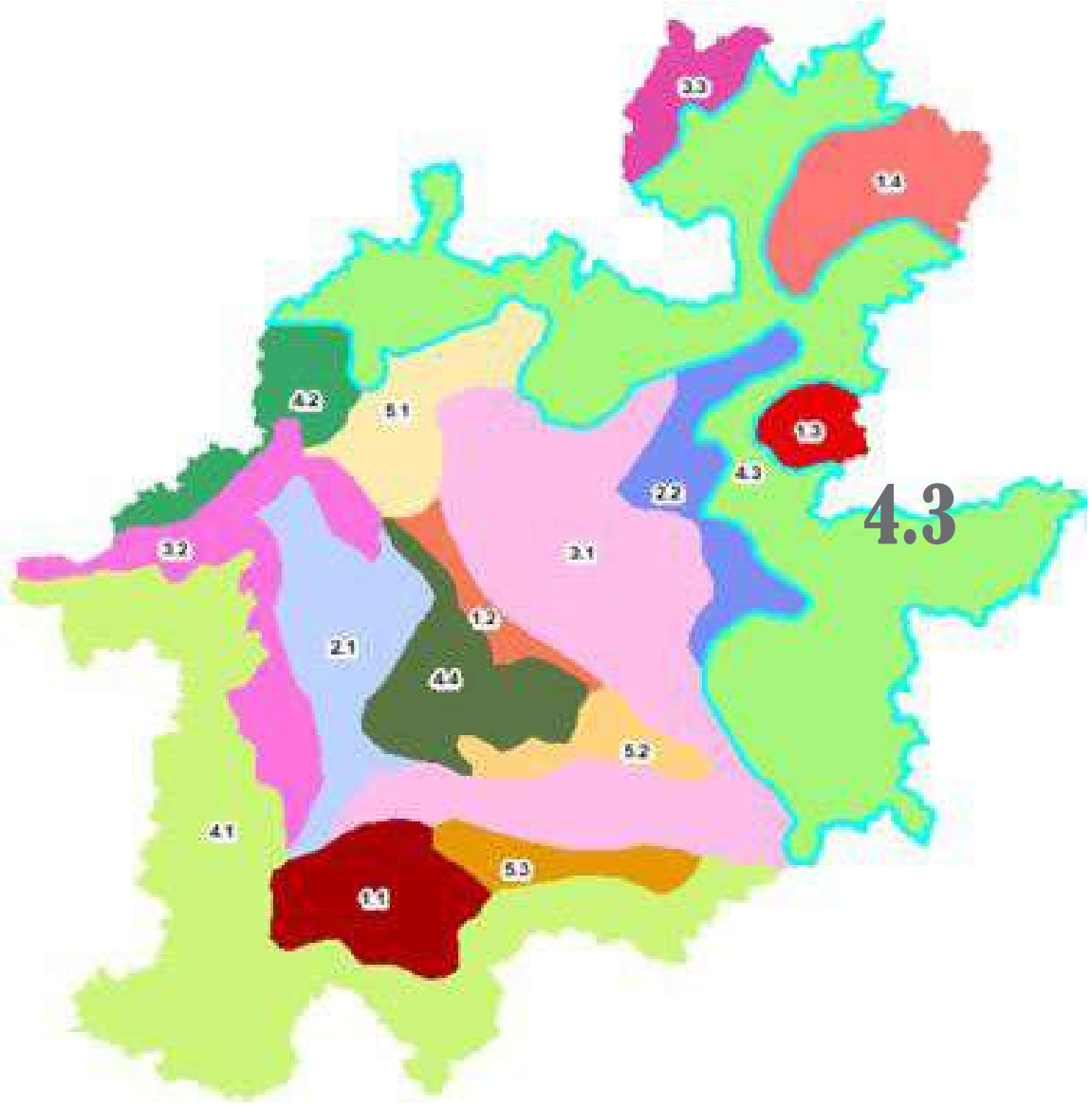
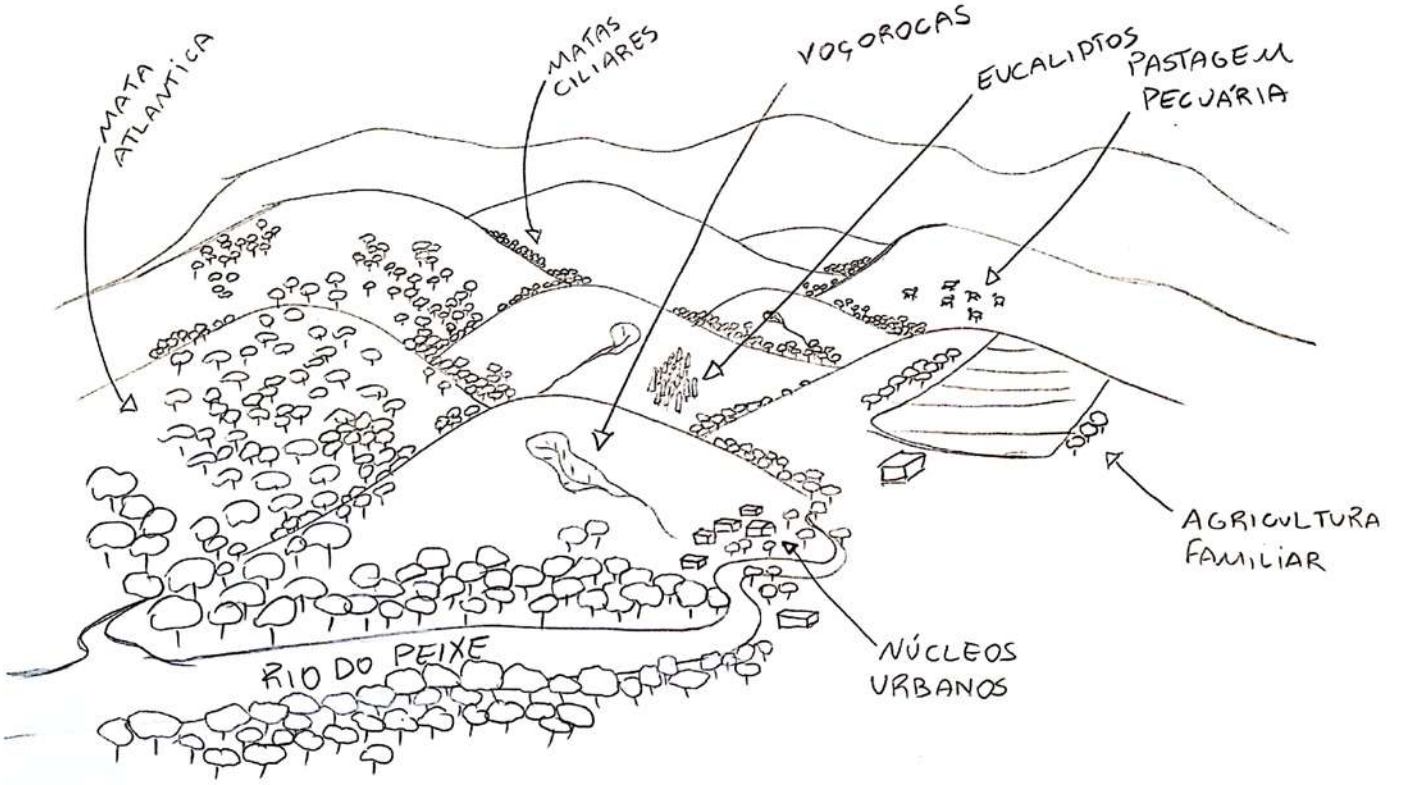


Imagem Google Earth..



Suporte: Unidade Geossistêmica do Bação (4.4)

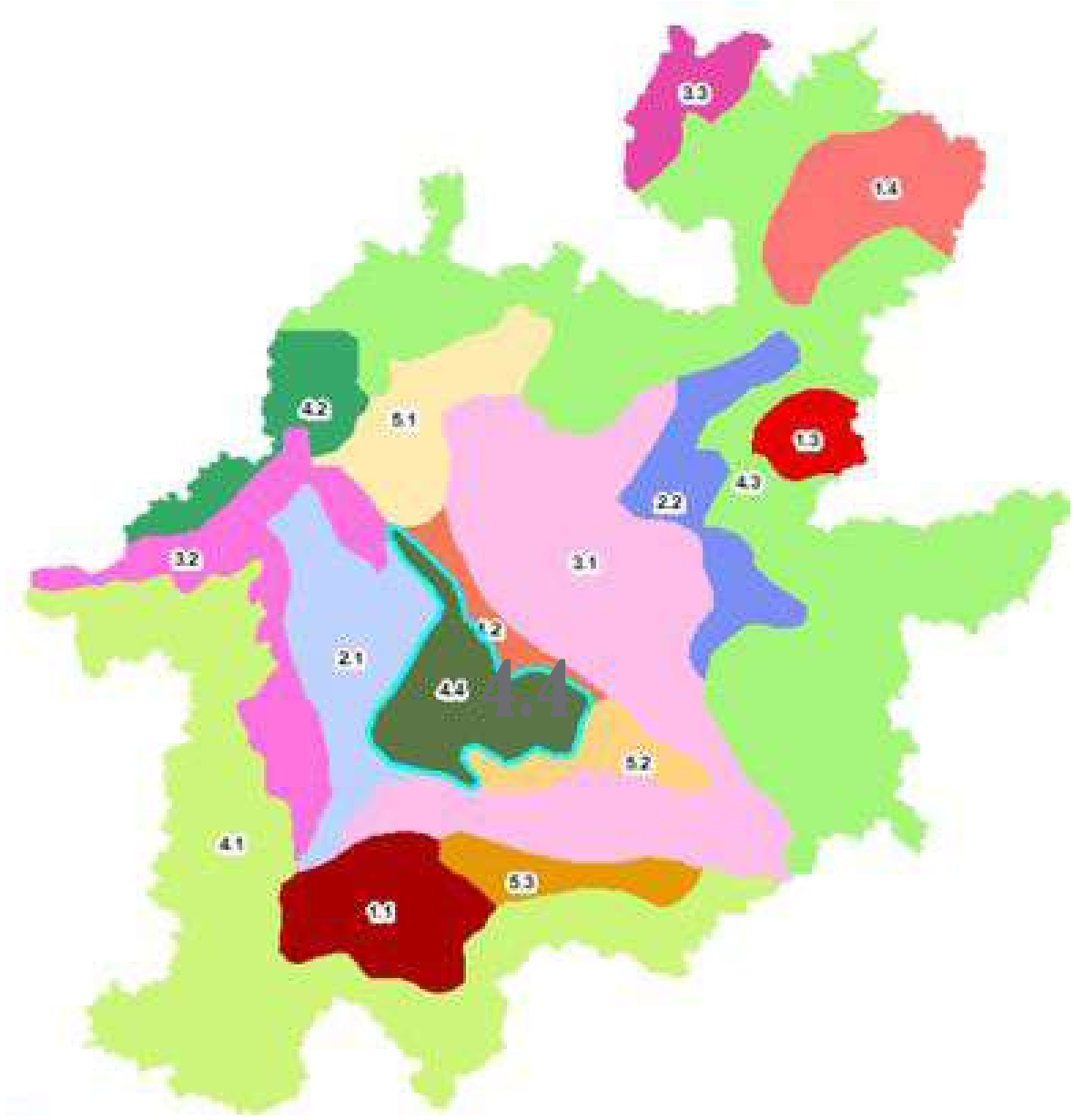
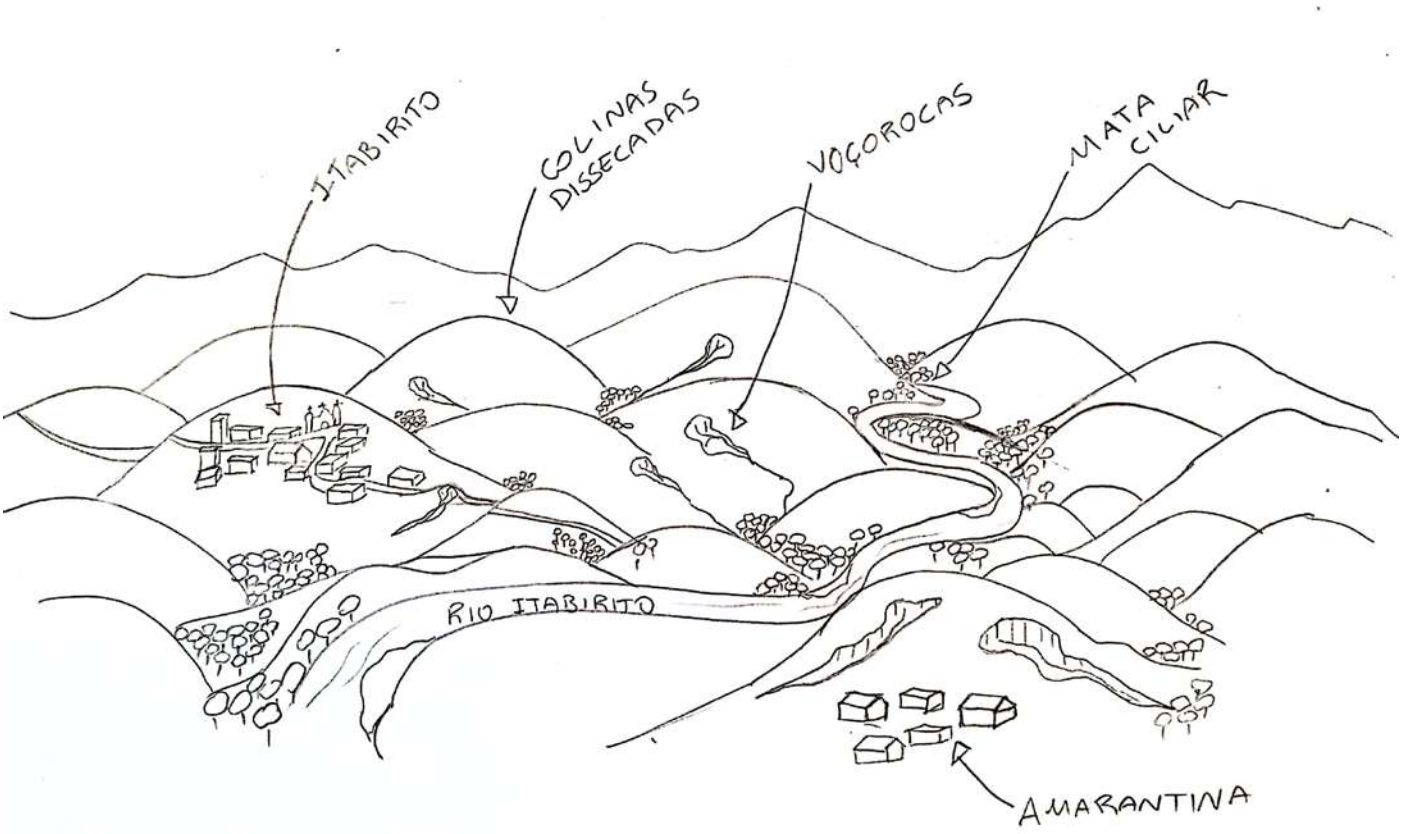
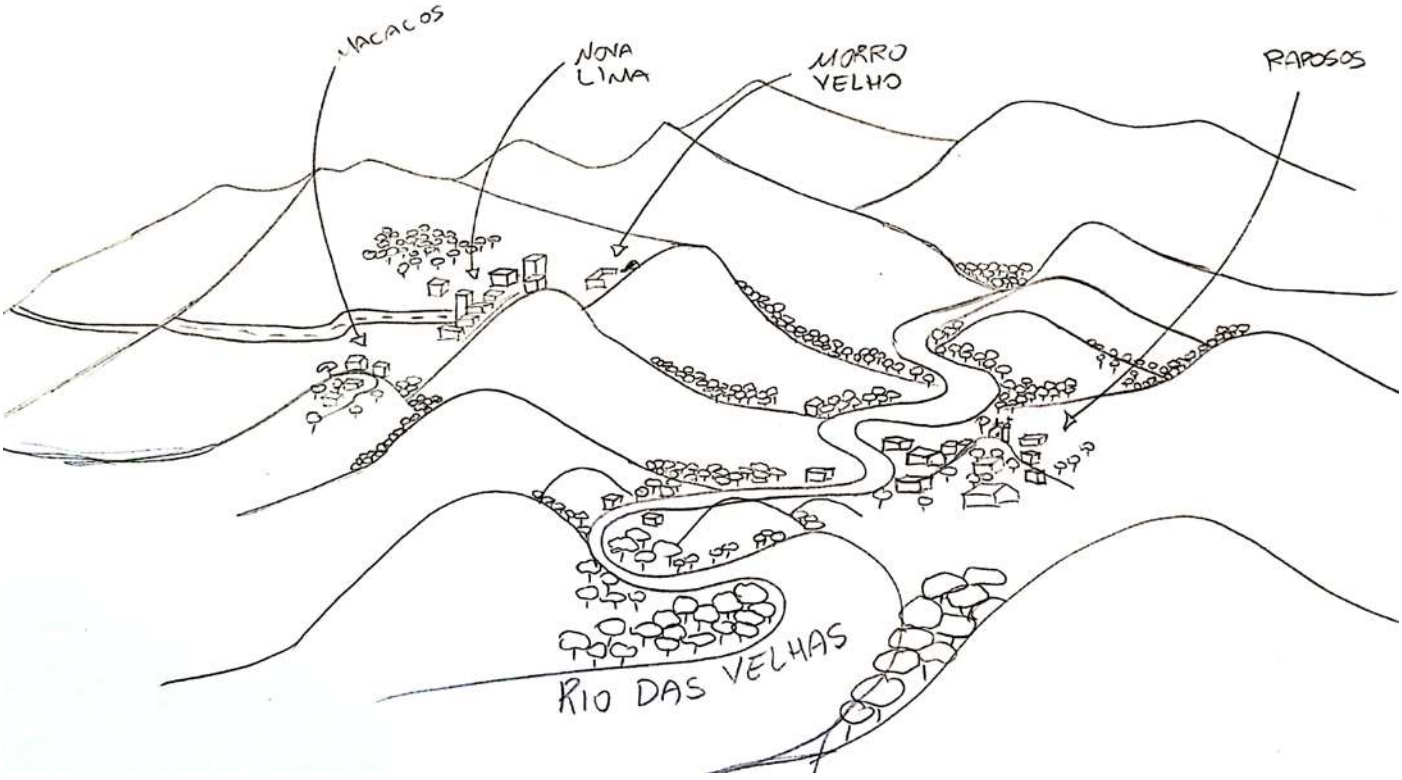


Imagem Google Earth..



Suporte + Cultura + Conhecimento: Unidades geossistêmicas complexas de suporte, cultura e conhecimento
(5.1)

Imagem Google Earth..



Suporte + Cultura + Conhecimento: Unidades geossistêmicas complexas de suporte, cultura e conhecimento
(5.2)

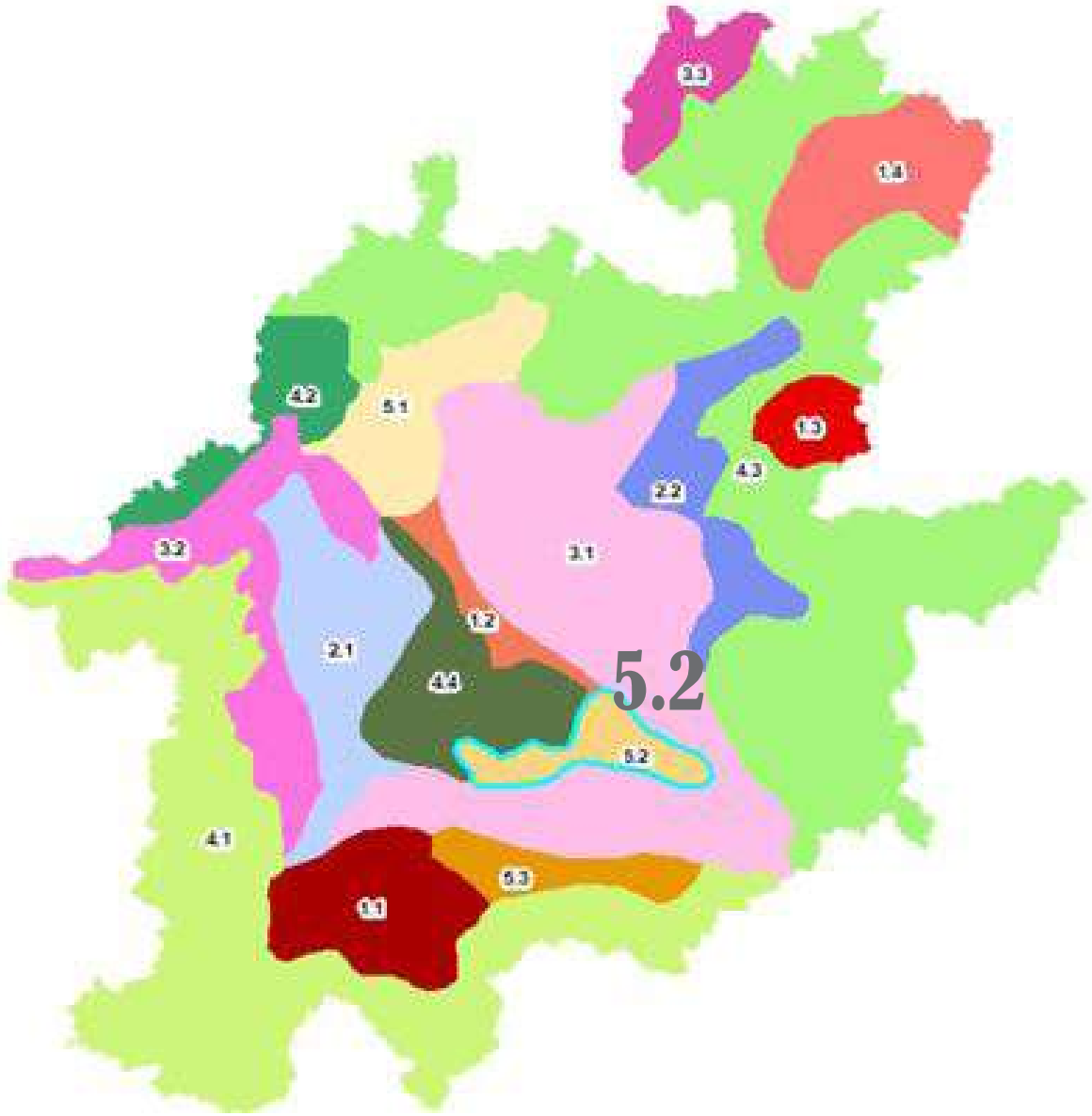
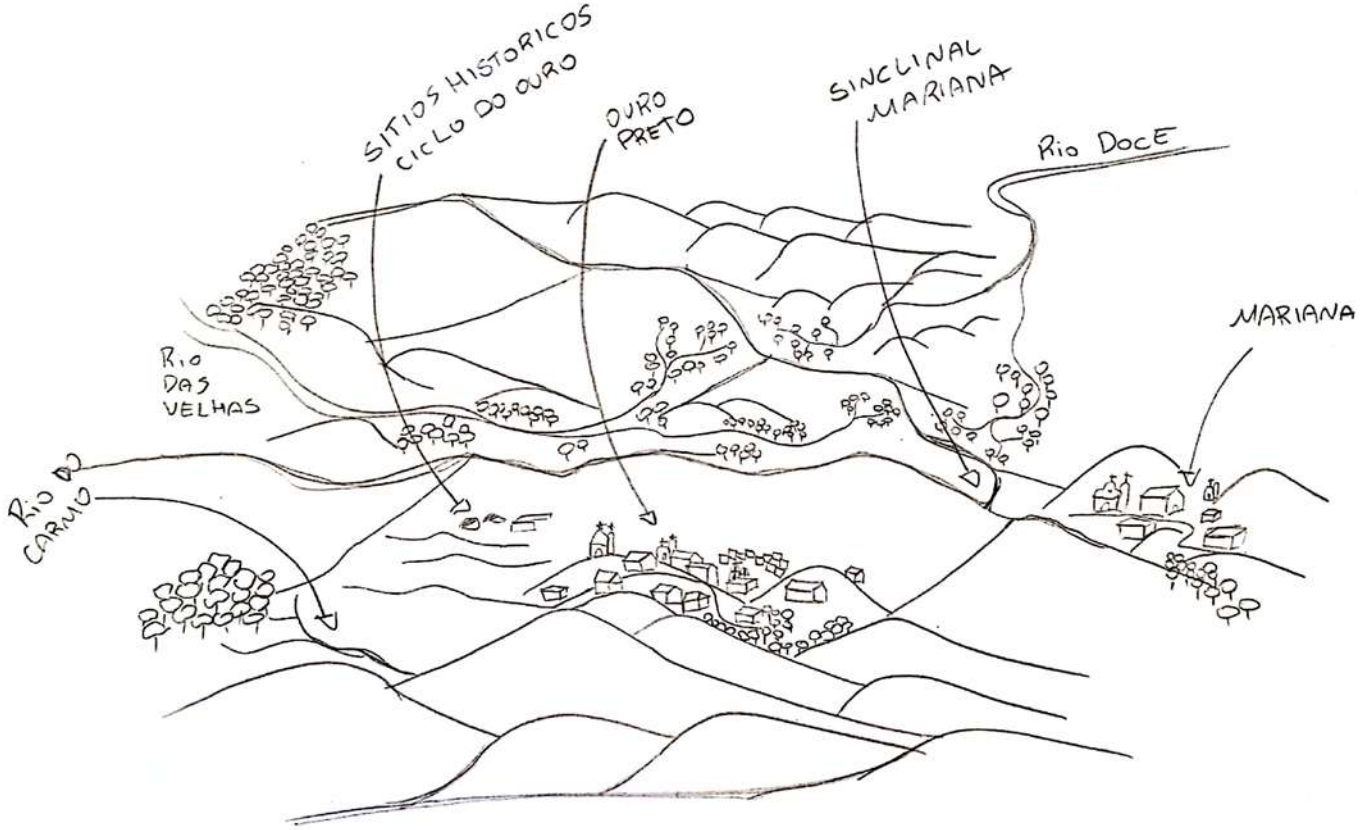


Imagem Google Earth..



Suporte + Cultura + Conhecimento: Unidades geossistêmicas complexas de suporte, cultura e conhecimento
(5.3)

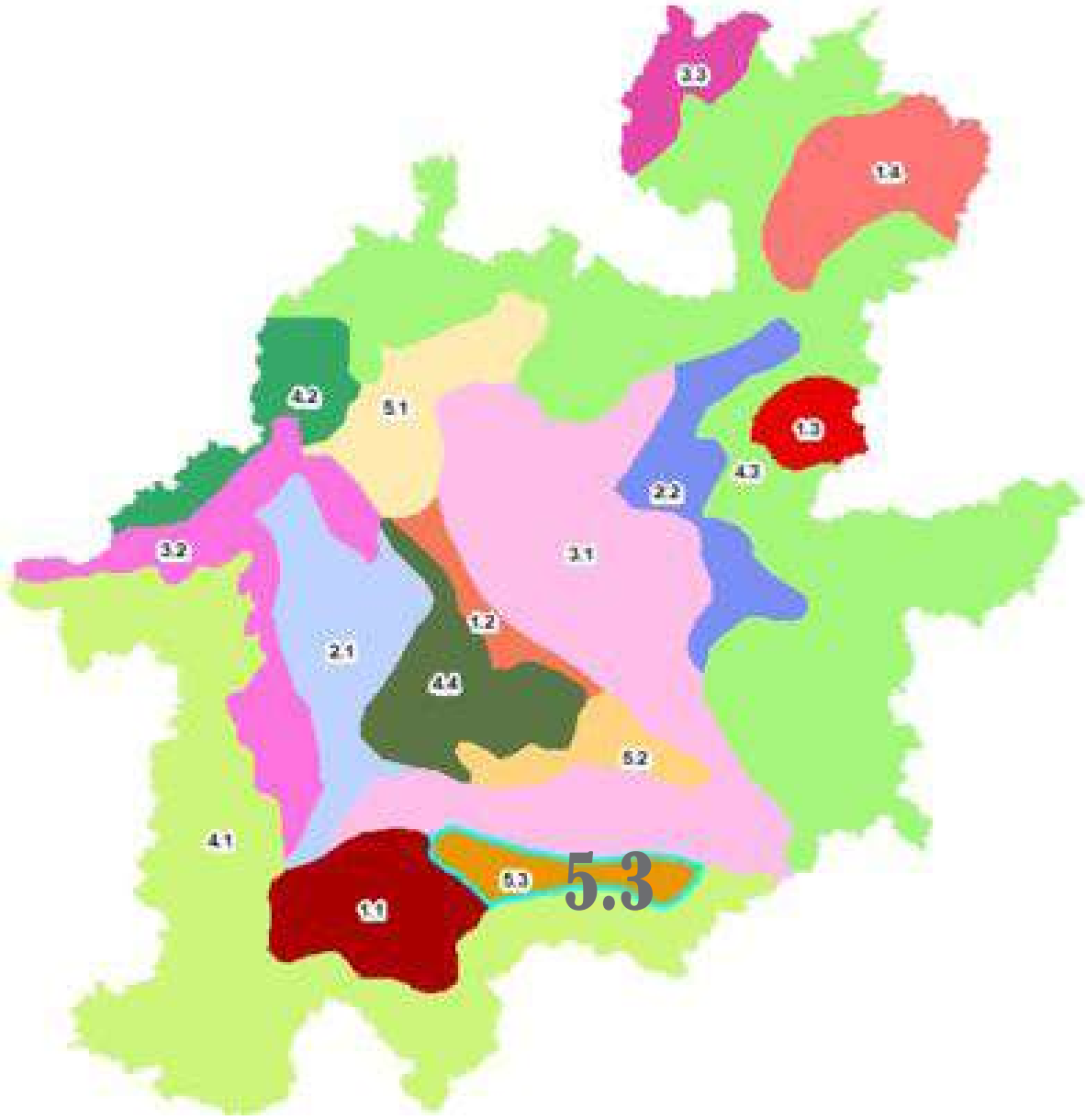
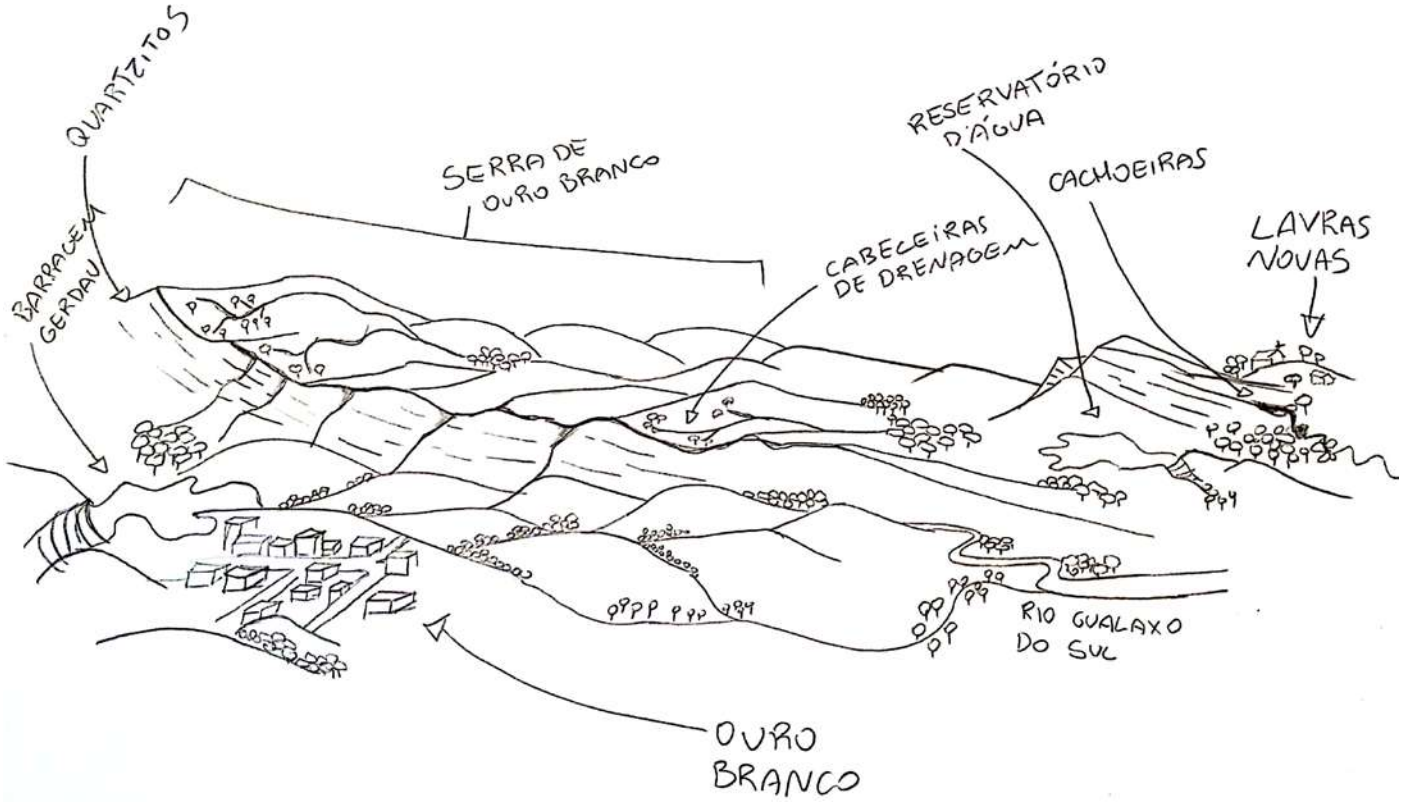
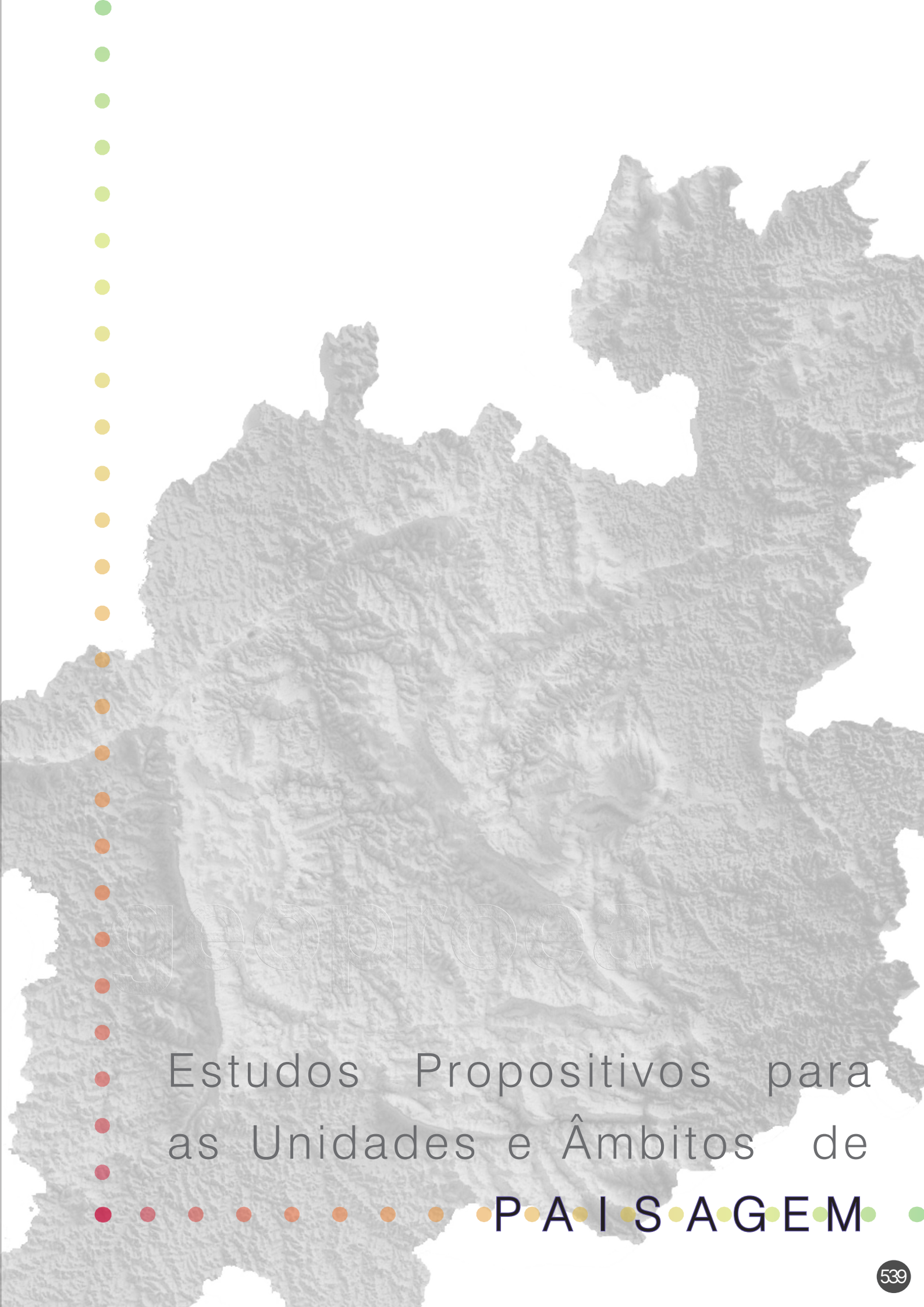


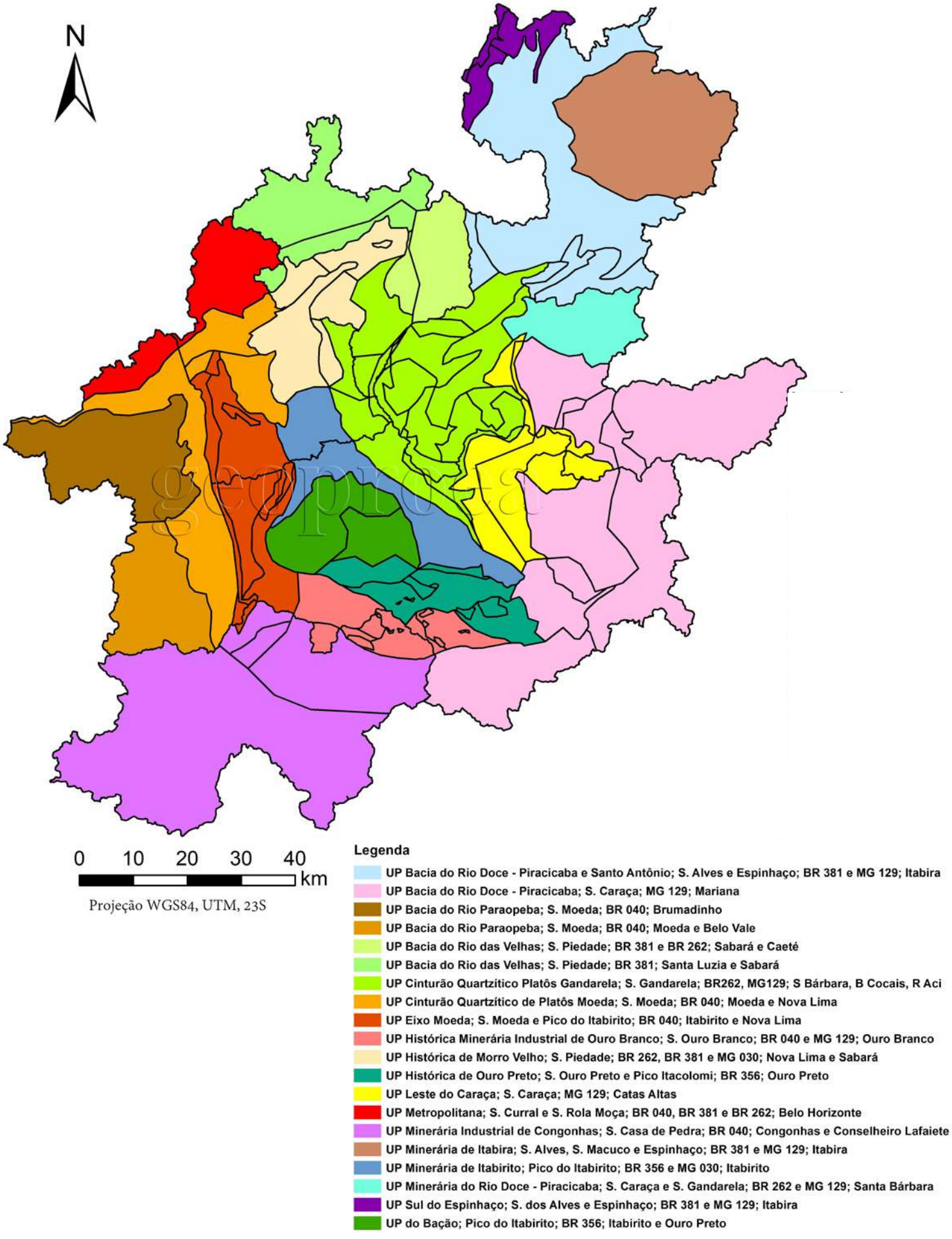
Imagem Google Earth..





Estudos Propositivos para as Unidades e Âmbitos de PAISAGEM

UNIDADES DE PAISAGEM ESTRUTURAIS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG



UNIDADES DE PAISAGEM ESTRUTURAIS QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG

Nas páginas seguintes são apresentadas as propostas elaboradas pelos participantes do Workshop de Geodesign para definição das Unidades de Paisagem e respectivos Âmbitos de Paisagem (unidades e subunidades), assim como as ideias indicadas para cada área.

Os textos são apresentados da mesma forma como foram registrados na plataforma GISColab, sem edições. Trata-se da apresentação de uma coleção livre de ideias, um conjunto de opiniões manifestadas pelo conjunto dos participantes.

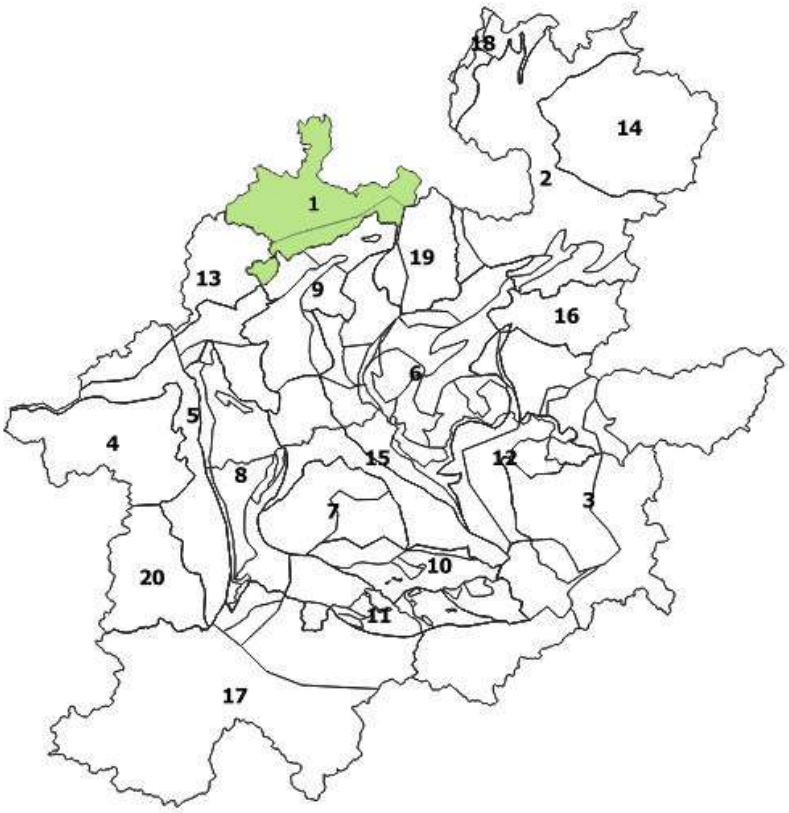
Não foram elaborados juízos de valores ou questionamentos, mas apenas a apresentação da coleção de ideias, com o objetivo de gerar discussões para processos futuros, do Plano da Paisagem. De qualquer forma, já são contribuições apresentadas por pessoas que estudaram a área e os dados e apresentaram livremente suas ideias.

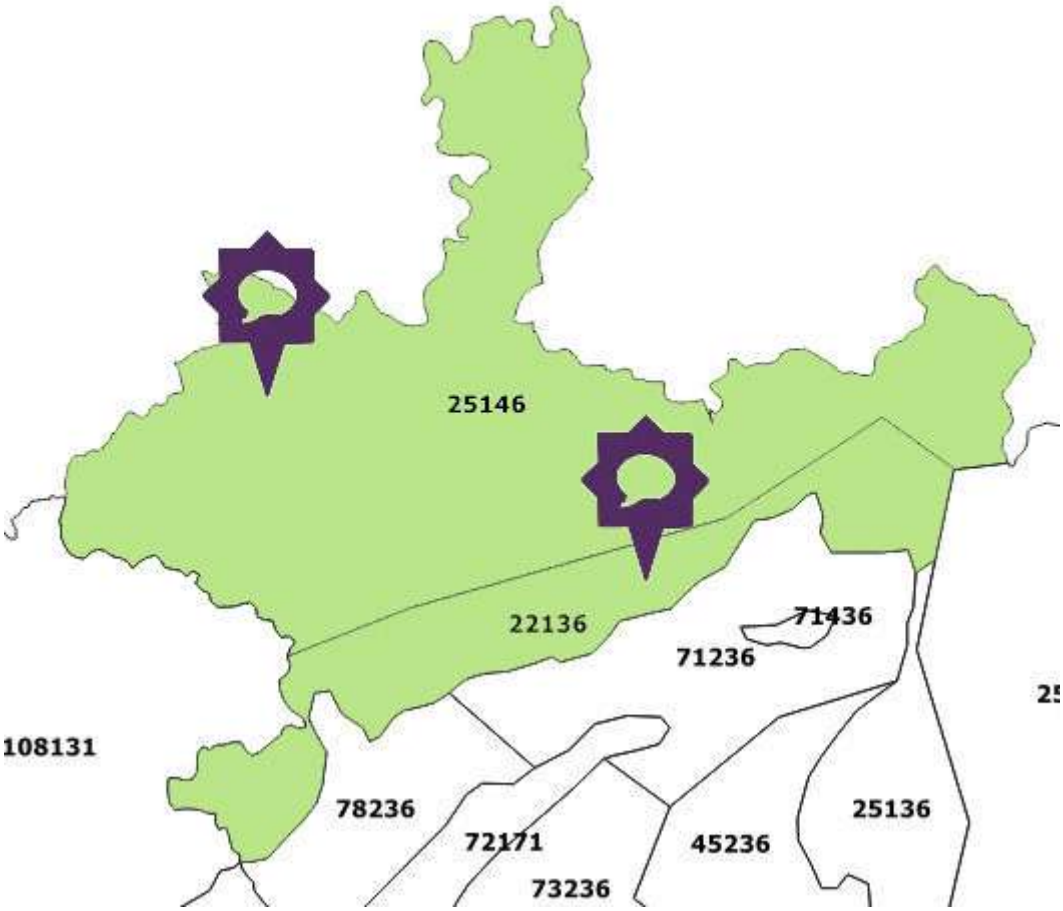
01 UP Bacia do Rio das Velhas; S. Piedade; BR 381; Santa Luzia e Sabará

Propostas para a UP 01

- Inserção de cultivos agroecológicos para substituição e diversificação da monocultura de eucalipto.
- Criação de cinturão verde no entorno das zonas urbanas dos municípios de Santa Luzia, Sabará e Caeté, para fins de regulação de ondas de calor, aumento do fluxo gênico e lazer.
- Reabilitação de áreas degradadas por atividades minerárias na zona rural de Santa Luzia e Caeté.
- Recuperação de matas ciliares de cursos d'água inseridos no contexto urbano.
- Parque ecológico. Indica-se área de expansão da UC Integral. Atenção especial na preservação da mata existente.
- Futuro transformativo de readequação dos sistemas de saneamento básico urbano (água e esgoto), principalmente nas imediações sujeitas a novos empreendimentos imobiliários voltados aos programas de habitação (Minha Casa Minha Vida).
- Políticas de conservação da ambiência dos centros históricos de Santa Luzia e Caeté frente às ameaças de eventos extremos.
- Observa-se o crescimento da urbanização ao longo da BR262/381 que será impulsionado pela duplicação da rodovia BR381. Sugere-se controlar o crescimento buscando um adensamento sustentável.
- Área de colinas com pouca presença de vegetação, mas de importância hídrica. Área de densa ocupação na região de Santa Luzia, muito relacionada e dependente a Belo Horizonte, mas também com concentração de ocupações ao longo da BR 381. A unidade próxima à BR 381 é de conflitos de interesse devido ao impacto da BR, mas que também é um potencial e catalizador do adensamento urbano, mas está na franja da UP 9, que é uma área de paisagem notável. Então, mesmo não sendo área de crista, está nas proximidades de uma paisagem desta natureza, então carece de atenção. É uma área com alto potencial de expansão urbana por ser de colinas e já ter influência direta da metrópole e de fácil acesso por rodovias. Mas com cuidados sobre a questão hídrica, e cuidados especiais com a porção que está próxima às cristas.
- A vocação é realmente habitacional, podendo receber também atividades de produção agrícola para abastecimento da metrópole.
- São indicados programas de requalificação dos centros históricos das cidades mais antigas como Santa Luzia, Sabará e Caeté.
- Indica-se melhoria das condições climáticas nas áreas urbanas, através de incremento de vegetação no contexto urbano a partir de (i) planos municipais de arborização; (ii) programas de doação e incentivos fiscais para plantio de mudas; criação de parques de pequeno porte em pontos vegetados de interesse climático etc.
- Criação de projeto para instalação de infraestrutura na porção leste da UP para dar suporte ao crescimento/adensamento urbano, sobretudo de comércios e serviços, decorrente da duplicação da BR-381 e conclusão do RodoAnel.
- Santa Luzia detém um considerável conjunto de ZEIS, além de mostrar-se bastante frágil sob o ponto de vista da infraestrutura urbana básica mesmo em zonas consideradas de adensamento preferencial. Propõe-se a criação de um programa municipal de habitação de interesse social, a partir da priorização da realocação de populações residentes em áreas de risco (ex.: deslizamentos, enchentes etc.).
- Criação de política de gestão de resíduos nas zonas industriais junto ao grupo empresarial dos municípios de Santa Luzia, Sabará e Caeté, afim de viabilizar processos que assegurem a manutenção ambiental, o bem estar da população local e a desoneração do setor produtivo.
- Investimento na frota municipal de transportes públicos, com foco principal em atendimento às centralidades locais, a fim de estimular e fortalecer a possibilidade de consumo e a empregabilidade nessas regiões.

01 UP Bacia do Rio das Velhas; S. Piedade; BR 381; Santa Luzia e Sabará





Propostas para as subunidades

- O subsetor (âmbito 25146) se destoa do restante da unidade de paisagem no que se refere a mancha urbana e expansão urbana, bem como a influência e relação mais direta com Belo Horizonte. Dessa forma é uma unidade mais passível de ações transformativas, por exemplo a ocupação urbana, visto que a área já tem uma infraestrutura (mesmo que de baixa qualidade) passível de ser qualificada.

- Na porção norte do subsetor 25146 atenção à UC que deve ser ampliada.

- Porção 25146 autorizar maior uso urbano.

- Porção da subunidade 22136 reduzir a densificação por proximidade a área de cristas

02 UP Bacia do Rio Doce - Piracicaba e Santo Antônio; S. Alves e Espinhaço; BR 381 e MG 129; Itabira

Propostas para a UP 02

- Indica-se parque ecológico. Criação de área UC proteção integral.

- A Unidade de Paisagem não apresenta áreas consideráveis de importância hídrica, além de possuir baixo potencial de recarga. No que se refere a vegetação, também não apresenta áreas consideráveis de vegetação robusta, bem como fragmentos vegetais com bons índices de fator forma, conectividade e área núcleo.

- É uma área que mais suscetível a ações transformativas, visto que no que se refere a questão ambiental não apresenta concentração de recursos de vegetação e de importância hídrica. No entanto, é preciso considerar que as ações transformativas devem levar em conta e preservar a Unidade de Conservação de Proteção integral existente na área.

- Esta UP tem uma grande beleza cênica e sua paisagem tem uma homogeneidade que se encontra em processo de transformação por causa das dinâmicas da urbanização influenciada pela duplicação da BR262/381 e pelas relações que ocorrem entre os centros urbanos do aglomerado urbano. O processo de difusão urbana em curso deve ser norteado para que a baixa densidade suportada por uma rede viária capilar possa manter as características predominantes da paisagem e encontrar o justo equilíbrio entre a urbanização crescente e as atividades tradicionais associadas à agropecuária local.

- Área com floresta natural e pastagens, mas a vegetação encontra-se em condições de vulnerabilidade. Destaca-se pela importância hídrica. É uma área muito associada à mineração, e com baixa densidade de ocupação urbana. O relevo é na forma de platôs e o acesso é muito facilitado pela BR 381. Seria área potencial para a expansão urbana, mas com parâmetros que preserve os valores hídricos e com ações que promovam a recuperação da cobertura vegetal. Como os mesmos cuidados, há potencial para ampliação de atividades de produção, tanto industrial como do agronegócio preferencialmente a agrofloresta, como recuperação da cobertura vegetal.

- Indica-se reflorestamento com espécies nativas nas nascentes do Rio Doce. Projetos de incentivo à agricultura familiar e recuperação de cabeceiras de drenagem focando na estabilização de vertentes e manejo de áreas degradadas por processos erosivos.

- Desenvolvimento de políticas para fortalecimento do turismo rural e ambiental.
- Criação de cinturão verde no entorno das ocupações urbanas de São Gonçalo do Rio Abaixo para fins de atenuação de ondas de calor.

- Estudo para identificação de áreas prioritárias para incremento de vegetação nativa em pontos de interesse paisagístico natural e/ou cultural.

- A rodovia BR381/262 encontra-se em boa parte duplicada com processo de ocupação ao longo de sua margem podendo-se consolidar como um importante eixo logistico. Este processo tem que ser controlato para que ocorre beneficiando a UP do ponto de vista eocnomico e minimizando os impactos ambientais.

- Município de São Gonçalo do Rio Abaixo está localizado em área diretamente afetada em caso de ruptura das barragens das Laranjeiras e do Torto (VALE). Criação de Plano de Ordenamento Territorial para direcionar as novas ocupações antrópicas para áreas que não seriam atingidas em caso de ruptura da barragem.

- Na área a norte de São Gonçalo do Rio Abaixo - Criação de uma reserva ecológica, visando a preservação da áreas verde existentes e preservar as áreas com potencial de recarga hídrica.

03 UP Bacia do Rio Doce - Piracicaba; S. Caraça; MG 129; Mariana

Propostas para a UP 03

- Reserva biológica.

- Expansão da área na unidade 3 do parque existente na unidade 10. Ajustar o limite da UP para incorporar o parque existente na unidade a oeste, que é o parque (Organizador responde: já foi ajustado).

- A Unidade de Paisagem, embora apresente vegetação robusta pouco expressiva, apresenta uma região de importância hídrica, capacidade de recarga e boa qualidade da água, tendo uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável nessa área. Diante disso, as ações para essa porção da Unidade devem ser preservacionistas, visto que apresenta relevância ambiental. No entanto, o restante da porção do território não apresenta grande relevância ambiental no que se refere as condições e presença de recursos ambientais, de modo que são áreas mais suscetíveis e apropriadas as ações transformativas.

- Para esta UP sugere-se manter e consolidar os usos existentes nas áreas rurais com a transmissão das práticas avançadas de produção (tecnológicas e construtivas) adaptadas ao modo de vida local resgatado como atributo de valor (identitário e cultural) a ser preservado.

- Ordenar o processo de transformação do espaço periurbano de Mariana com controle do uso e ocupação do solo necessário por causa do processo de urbanização em curso que atinge núcleos urbanos em área rural mais antigos, tais como: Bandeirantes, Cachoeira do Brumado, Sumidouro, Padre Viegas etc.

- A área é de floresta natural e pastagem, mas sem valor notável de recursos hídricos e vegetação, embora seja uma região de cabeceiras do Rio Doce. Possui pouca antropização urbana, e está em área de limitações de acesso por rodovias, exceto nas áreas próximas à BR 381. O acesso Norte-Sul é pela MG 129. Observa-se o risco de transformação por monocultura de eucalipto, uma vez que a área tem menos alternativas econômicas. É necessário pensar alternativas de uso, talvez explorando o potencial agrícola, mas não o de monoculturas. Seria interessante incentivar a agrofloresta, para recuperação da cobertura florestal e com vistas a abastecer a metrópole. Pode receber ampliação da urbanização, que ainda é de baixa densidade, mas há restrições de interesse pela baixa conectividade à metrópole.

- Incentivo ao programa Produtor de Águas como meio para manutenção das nascentes e cursos hídricos. Ver: https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua

- Fortalecimento da agricultura familiar e produção agrosilvopastoril sustentável. Desenvolvimento de uma política de turismo de base local, enfatizando produtos locais.

- Recuperação de cabeceiras a fim de subsidiar a resiliência da bacia do Rio Doce pós rompimento da barragem.

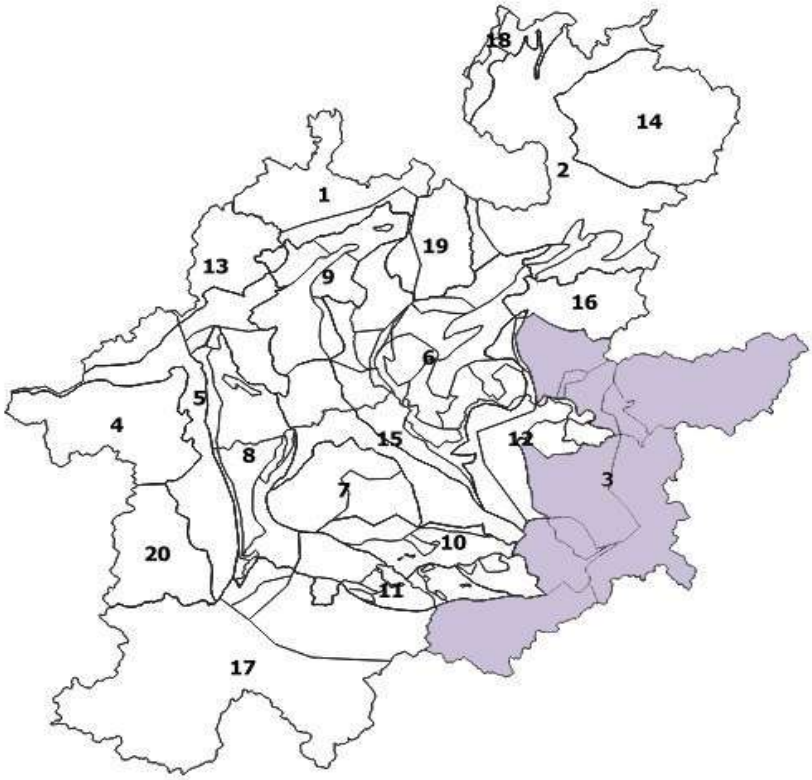
- Pavimentação de estradas municipais com fluxo diário de veículos pesados. Estabilização de taludes em estradas rurais a fim de minimizar os impactos proveniente de processos erosivos.

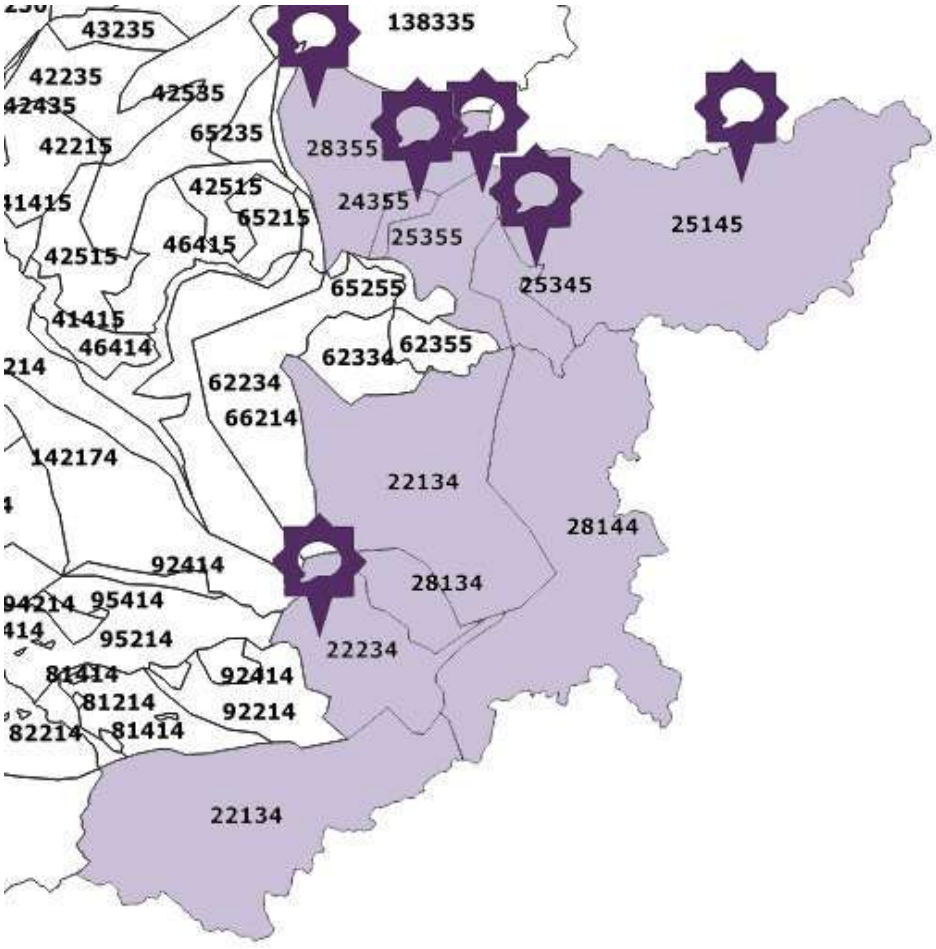
- Recuperação de áreas degradadas por mineração irregular e queimadas nas serras de Mariana.

- Incremento de vegetação nas zonas urbanas de Mariana e Alvinópolis para fins de atenuação de ondas de calor.

- São necessárias melhorias da MG129, tais como retificar alguns trechos, implementar terceiras faixas e faixa de acostamento. Esta rodovia em arco desempenha um papel estratégico articulando a BR262/381 com a BR356 e a BR040. Um arco rodoviário que poderia ser parte do traçado do rodoanel.

03 UP Bacia do Rio Doce - Piracicaba; S. Caraça; MG 129; Mariana





Propostas para as subunidades

- Os subsetores 25355 e 25345 são áreas de maior relevância ambiental dentro da unidade, sendo as que devem receber maior atenção no que se refere as ações preservacionistas. Mas os subsetores 28355, 24355, 25145 também estão nesse conjunto de ações preservacionistas. O restante dos subsetores é de áreas mais suscetíveis e apropriadas as ações transformativas.

- Subsetor 22234 - Controle e ordenamento do crescimento urbano.

04 UP Bacia do Rio Paraopeba; S. Moeda; BR 040; Brumadinho

Propostas para a UP 04

- A área poderia ser de interesse para expansão urbana em tipologia de baixa densidade e na forma de APA, com manutenção de baixas taxas de ocupação e alto percentual de impermeabilidade. Havendo a proteção hídrica, a atividade antrópica de cultivo e moradia pode ser bem ampliada. Contudo, será necessário favorecer a ampliação do acesso com mínimo impacto na Serra da Moeda e com abertura de acesso na Serra do Rola Moça na porção do fecho do funil, entre as Serras Azuis e a Serra do Rola Moça. Talvez a avaliação do traçado do Rodo Anel seja uma solução para ampliar o acesso à área e favorecer moradia e produção.

- Projetos de recuperação das matas de cabeceira e ciliares, a fim de favorecer a resiliência da bacia do rio Paraopeba pós rompimento da barragem de rejeitos.

- Estabilização de taludes de estradas rurais a fim de mitigar impactos negativos dos processos erosivos provenientes da abertura e uso de tais estradas.

- Recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária no município de Brumadinho.

- A Unidade de Paisagem é uma região de grande importância ambiental, no que se refere a presença de Vegetação (com duas unidades de Conservação) além da grande importância hídrica, capacidade de recarga e presença de drenagens. As ações de uso futuro destinadas a Unidade de Paisagem devem ser de fundo preservacionista, visto que é uma área importante no que se refere a questão ambiental e os serviços ecossistêmicos para a região.

- Controlar o intenso processo de instalação de condomínios, definindo áreas e acompanhamento por fiscalização.

- Criação de chacreamentos a custos acessíveis em zonas passíveis de ocupação, com o objetivo de fomentar a geração de renda a partir do setor turístico no município de Brumadinho.

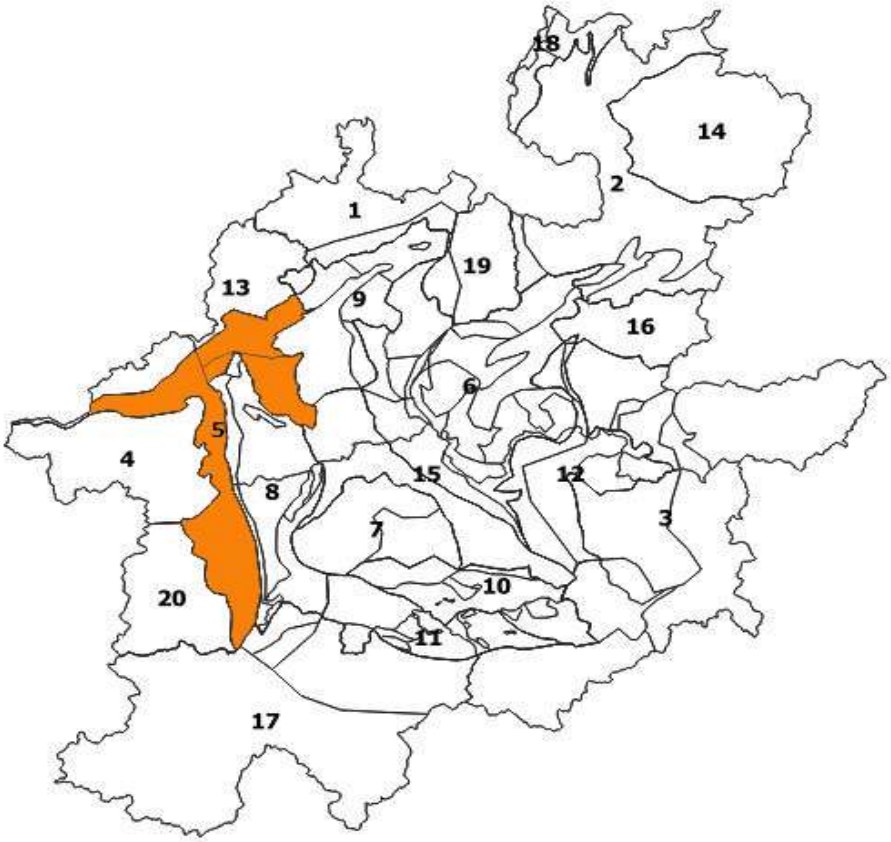
- Recuperação de área degradada de mineração com reflorestamento com vegetação Nativa. Pois, muitas vezes é utilizado basicamente eucalipto para reflorestamento, o que deve ser terminantemente evitado.

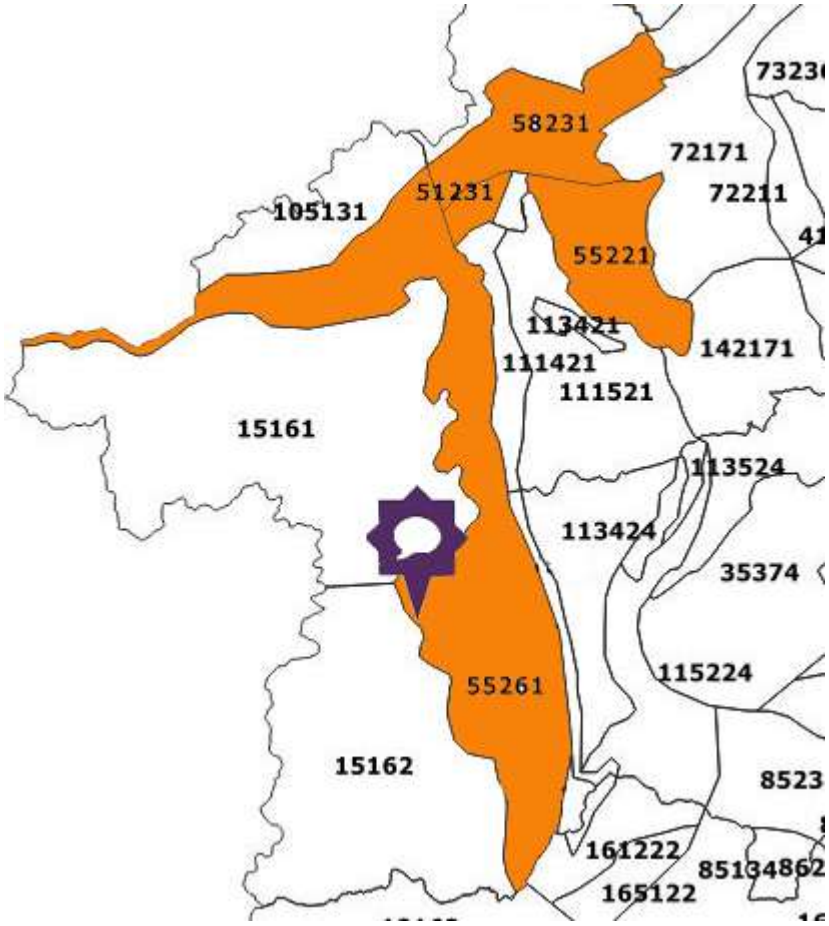
05 UP Cinturão Quartzítico de Platôs Moeda; S. Moeda; BR 040; Moeda e Nova Lima

Propostas para a UP 05

- Estudo de parâmetros urbanísticos de cunho climático para aplicação na regional Centro-Sul de Belo Horizonte e na porção noroeste de Nova Lima.
- Programa de efetivação dos planos de manejo das unidades de conservação que constituem mosaico de preservação e conservação da unidade.
- Estabelecimento de roteiros temáticos pelas trilhas e pontos de interesse ambiental e cultural nas cristas da Serra da Moeda.
- Desincentivo à exploração mineral de grande porte na unidade com meta para extinção da exploração até 2050.
- Criação de cinturão verde junto às ocupações urbanas de Ibirité.
- A área corresponde à crista da Serra da Moeda, que tem muito valor de paisagem. A ação principal deve ser de preservação da paisagem, mas há amplo interesse na expansão urbana, em virtude da facilidade de acesso e justamente pela qualidade ambiental. Então é necessária ação muito eficaz de impedimento de verticalização e adensamento. No caso de autorização de uso, e a pressão imobiliária será cada vez mais pesada, restringir a lotes de maior dimensão, com alta taxa de permeabilidade à drenagem, baixíssima taxa de ocupação e nenhuma verticalização. É necessário criar política de parametrização de manutenção da cobertura vegetal, com restrição preferencial a espécies nativas. Utilizar parâmetros morfológicos (volumes e articulações volumétricas) e tecnológicos (tipo de estrutura e material construtivo, tipos e cores dos acabamentos) para as novas edificações. É necessário criar política de parametrização de manutenção da cobertura vegetal, com definição preferencial pelas espécies nativas.
- A Unidade de Paisagem é uma região relevância hídrica e no que se refere a presença de Vegetação, embora não apresente expressiva quantidade de vegetação robusta é uma área de relevância importante, pois apresenta campo rupestre um tipo fitofisionômico presente em altimetrias acima de 900m e grande importância do ponto de vista da biodiversidade. Diante do exposto as ações de uso futuro destinadas a Unidade de Paisagem devem ser preservacionistas, visto que é uma área bastante relevante no que se refere a biodiversidade e qualidade ambiental.
- Estudo de fluxo de vento para fins de zoneamento para o uso e ocupação de regiões já adensadas nos municípios de Belo Horizonte e Nova Lima.
- Preservar os usos atuais buscando limitar o uso da mineração.
- Organização e manutenção de trilhas para separação de moto, bicicleta e caminhantes. Fomento ao ecoturismo.
- Recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária no município de Nova Lima.
- Programa de realocação de moradores de áreas de risco em vilas e favelas (ex.: Morro do Papagaio) para conjuntos habitacionais que dialoguem de fato com a vida nas comunidades (diferentes tipos, possibilidades de expansão, favorecimento ao encontro e à vigilância passiva etc.).
- Requalificação da infraestrutura da região central de Ibirité para fins de atração de investimentos privados e consequente desenvolvimento comercial e de serviços no município.
- Incentivo à práticas de agroecologia em zonas rurais.
- Transformar as minas e áreas de mineração desativadas em centros tecnológicos ou de estudos geológicos ou relacionados a atividade minerária.

05 UP Cinturão Quartzítico de Platôs Moeda; S. Moeda; BR 040; Moeda e Nova Lima





Propostas para as subunidades

- Os subsetores 55261 e 55221 ainda estão mais preservados, e são área de maior visibilidade da crista da Moeda. Eles precisam ter uma política mais eficaz de limitações de uso urbano e restrições ao parcelamento.

- O subsetor 55231 já está mais impactado pelo parcelamento pelos condomínios e sofre sérios riscos de verticalização e adensamento, que precisam ser limitados e parametrizados.

06 UP Cinturão Quartzítico Platôs Gandarela; S. Gandarela; BR262, MG129; S Bárbara, B Cocais, RAcima

Propostas para a UP 06

- Preservar o uso existente e fortalecer as unidades de conservação existentes.

- É uma área de bastante relevância ambiental visto que apresenta uma variação de biomas (cerrado e mata atlântica) e consequentemente bastante biodiversidade com a presença da fitofisionomia campo rupestre. Além disso, nessa Unidade de Paisagem está localizada a Serra do Gandarela, um dos últimos remanescentes físicos e naturais em bom estado de conservação do Quadrilátero Ferrífero. Ademais, de atividade minerária que vem sendo impactada ao longo de décadas e marcada pelo conflito entre essas áreas de preservação e atividades transformativas de grande impacto. Diante disso as ações de uso futuro destinadas a Unidade de Paisagem devem ser de fundo preservacionista, pois na área de concentra o maior núcleo de vegetação robusta do Quadrilátero Ferrífero, bem como presença de áreas de maior importância hídrica do Quadrilátero, além de uma das regiões mais bem preservadas e de qualidade ambiental do QF.

- A área é de grande valor de paisagem, talvez a mais importante do QF. É de alto valor hídrico e de cobertura vegetal de valor (tanto Mata Atlântica como campo rupestre). A área ainda é bastante preservada, principalmente em função da presença do Parque do Gandarela. A presença antrópica é muito baixa, sem áreas urbanizadas expressivas, e cujo acesso é limitado. Tudo apontaria para a proteção e restrição de uso. Mas há o conflito da presença de atividades de mineração. Talvez a baixa ocupação esteja até relacionada à propriedade da terra pelas mineradoras. Mas aí está o desafio: a conjugação das atividades de mineração com a proteção de área especial de interesse ambiental e de paisagem. Não deve ser incentivado o uso urbano, nem o rururbano. Contudo, cabe pensar que o olhar humano e a atividade de visitação possam cumprir o papel de fiscalização e atenção sobre os valores existentes. A UP é composta por várias subunidades em virtude da riqueza de condições de paisagem (topografia) e potenciais (vegetação e hidrografia). Os acessos são limitados, o que é positivo, mas a visitação precisa ser incentivada.

- Garantir efetivamente o controle e a proteção ambiental nas unidades de proteção permanente. Controlar o crescimento dos núcleos urbanos.

- Criação de plano de manejo e investimento na criação de infraestrutura e contratação de pessoal para implantação efetiva do PARNA Serra do Gandarela.

- Efetivação do plano de manejo do parque nacional da serra do Gandarela, com implementação de infraestrutura de visitação e acesso em todas as portarias do parque.

- Incentivos para a agricultura familiar e desenvolvimento de turismo de base comunitária.

- Incremento de vegetação nativa na região do Gandarela. A vegetação nessa área é de extrema importância para o resfriamento de fluxos de ar que irrigam Belo Horizonte e a Região Metropolitana. Entretanto, esses fragmentos são bastante suscetíveis à supressão, conforme indicado nos estudos com métricas de Ecologia da Paisagem.

- Recuperação de áreas degradadas pela mineração no município de Barão de Cocais, bem como remoção de populações possivelmente afetadas por rompimento de barragens em risco.

- Elaborar um instrumento de planejamento consorciado que envolva os municipios desta unidade e que seja um plano focado no crescimento e no ordenamento urbano de qualidade visando a mitigação dos impactos ambientais decorrentes do processo de antropização.

- Restrição de atividades minerárias em cotas altimétricas elevadas ou que sejam encaixadas topograficamente em regiões que ofereçam risco, em caso de rompimentos de barragens, a ocupações humanas.

7 UP do Bação; Pico do Itabirito; BR 356; Itabirito e Ouro Preto

Propostas para a UP 07

- Incremento de vegetação na sede Itabirito e cinturão verde em suas bordas. A ocupação se dá em uma espécie de depressão (acredito não ser o melhor termo), o que favorece o aumento das temperaturas radiantes devido à falta de vegetação e de fluxos de ar frio.

- Garantir o desenvolvimento urbano de baixa densidade preservando as caraterísticas da região e buscando o equilíbrio a escala da unidade de paisagem fortalecendo as infraestruturas.

- É uma área que apresenta uma porção de relevância hídrica para a região e outra que não apresenta concentração de importância hídrica de vegetação. Dessa forma, os usos futuros para a Unidade de Paisagem devem considerar essas especificidades de cada porção, sob ponto de vista ambiental. Dessa forma é uma unidade de paisagem que pode apresentar tanto usos transformativos quanto preservacionistas desde que considerados as especificidades do local em relação a importância ambiental e hídrica.

- Incentivos à agricultura familiar com foco no uso sustentável do solo.

- Recuperação de cabeceiras de drenagem com plantio de espécies nativas, bem como recuperação de matas ciliares.

- Estabilização de taludes em estradas rurais para redução dos impactos negativos dos processos erosivos favorecidos pela infraestrutura de estradas.

- Preservar os usos garantindo um crescimento equilibrado do mosaico rururbano existente. Fortalecer as ligações rodoviárias e as centralidades.

- Monitoramento e recuperação ambiental em áreas de voçorocamento.

- A área é de topografia dissecada, com ocupação caracterizada como rururbana, bem servida por infraestrutura de acesso por estradas. Enfrenta riscos de voçorocamento em algumas porções, mas tem grande potencial para a expansão urbana ou para expansão das atividades antrópicas de produção, a exemplo a produção agrícola para atendimento à metrópole. A expansão urbana é indicada, mas sem excessos de verticalização e densificação.

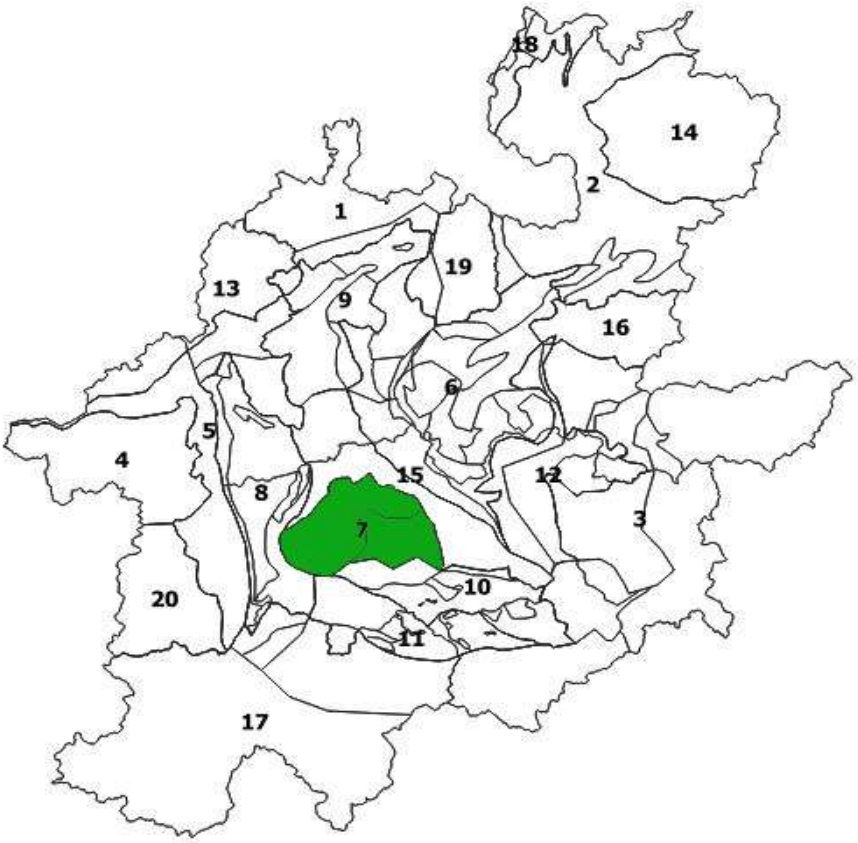
- Duplicação da BR356 com alça passando por fora do distrito de Cachoeira do Campo que atualmente é cortada ao meio pela rodovia. Manter a possibilidade de continuidade dos veículos de passageiros por dentro da área urbana, pois é fonte de recursos, mas impedir ou controlar o trânsito de carga e veículos pesados, que devem passar pela nova alça.

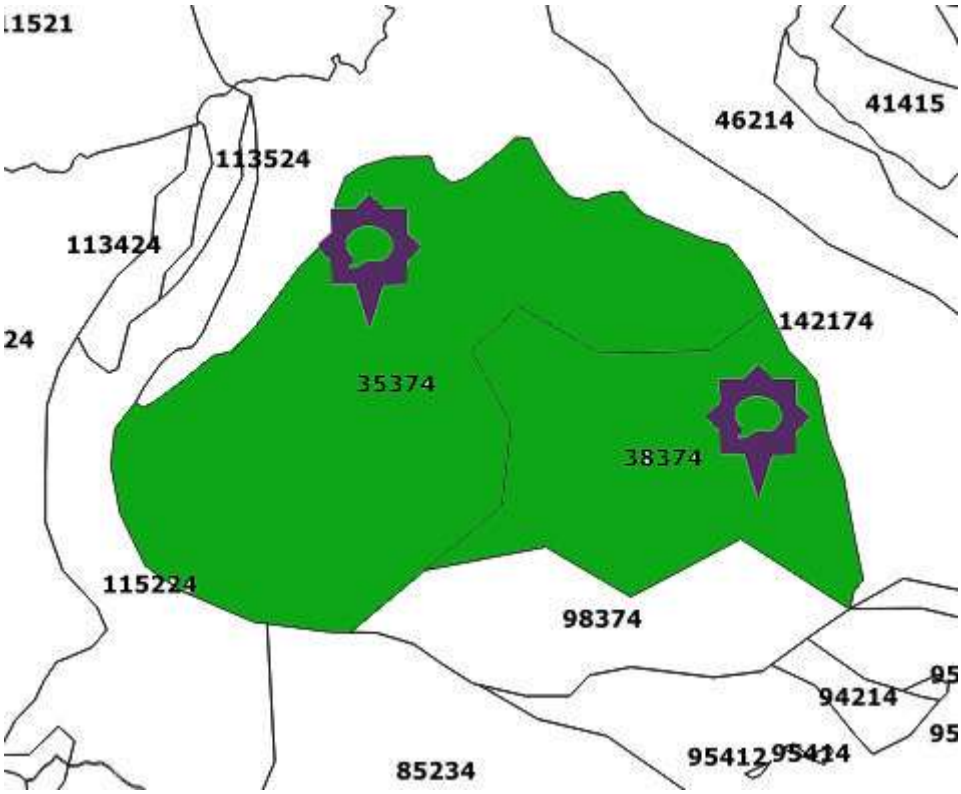
- Transformação da BR356 em eixo logístico com a ocupação de atividades produtivas ao longo do traçado. Pensar na possibilidade de criar pequenos distritos industriais entre Itabirito e a localizada de Coelhos, mas com atenção a não impactar valores da paisagem cultural: deve ser pensado como atividades de base local e com as caracterpisticas locais.

- Fortalecer localidades como Acuruí e São Gonçalo do Bação em Itabirito e Santo Antônio do Leite em Ouro Preto, sobretudo para atividades turísticas.

- Asfaltar a MG030 de Itabirito até a rodovia MG443 em Congonhas e de Itabirito até Rio Acima.

7 UP do Bação; Pico do Itabirito; BR 356; Itabirito e Ouro Preto





Propostas para as subunidades

- O subsetor 35374 é a área de relevância hídrica, embora tenha pouca vegetação. É uma área já marcada pela presença de novos assentamentos e de mancha urbana. No entanto, é uma área de relevância hídrica e, portanto, os tipos de ações voltadas para ela deveriam ser de fundo preservacionista.

- O subsetor 38374 é passível de receber usos futuros com ações transformativas, pois não é área de importância hídrica ou vegetação de relevância.

08 UP Eixo Moeda; S. Moeda e Pico do Itabirito; BR 040; Itabirito e Nova Lima

Propostas para a UP 08

- Controlar o crescimento urbano e regular os conflitos entre meio ambiente, urbanização e mineração. Consolidar a ocupação de Águas Limpas.

- A Unidade de Paisagem é uma área de relevância de vegetação, pois apresenta o tipo fitofisionômico campo rupestre, além de apresentar relevância hídrica. Embora não seja uma área de quantidade expressiva de vegetação robusta, em razão da tipologia da vegetação (arbustiva – campo rupestre) é uma área de relevância ambiental, pois é um tipo de vegetação com grande biodiversidade e com vegetação endêmica. Além de estar localizada em tipo de relevo, favorável a recarga hídrica. Diante disso as ações de uso futuro destinadas à área devem ser de fundo preservacionista, como forma de garantir a preservação do campo rupestre e do corpo hídrico e recarga hídrica. Ademais, é uma área já bastante impactada pela mineração ficando evidente o conflito entre essas áreas de importância ambiental e atividades transformativas de grande impacto.

- A área corresponde ao platô entre as cristas da Serra da Moeda, e tem forte apelo à ocupação em virtude da facilidade de acesso. Está entre as influências de Belo Horizonte (porção 111521) e de Itabirito (porção 111524). Embora a ocupação não seja tão impactante como nas UPs 5, que seriam as cristas da Serra, ainda assim é impactante porque é o platô da serra, então há impacto à paisagem e aos recursos ambientais. Contudo, pode-se orquestrar alguma ocupação maior que das UPs 5, mas com significativa restrição à verticalização e densificação, na forma de moradias esparsas em APAS de grandes lotes e densidade muito baixa de ocupação. A cobertura vegetal deve preservar as tipologias existentes e nativas, sem transformação da paisagem natural.

- Fortalecimento das centralidades e das unidades residenciais territoriais. Solucionar a informalidade e fortalecer as infraestruturas.

- Demarcação e manutenção de trilhas para criação de roteiro dos picos como alternativa para fomento ao ecoturismo e diversificação econômica.

- Aplicação de medidas estruturais e de gestão para melhor uso e manutenção da rodovia 040. Redução do tráfego de veículos pesados (minério) na rodovia, com meta para retirada total até 2030. Para que seja possível a proposta redução do tráfego de veículos pesados (minério) na rodovia, com meta para retirada total até 2030, será necessário a criação de outros meios de transporte dos minérios, como ferrovias ou novos minerodutos. Uma possibilidade é a criação de linhas férreas que possam atender, concomitantemente, às mineradoras quanto ao transporte de passageiros.

- Efetivação dos planos de manejo das unidades de conservação existentes dentro dos limites da unidade de paisagem.

- Efetivação de novas unidades de conservação de proteção integral, focando as imediações de projetos minerários de grande porte.

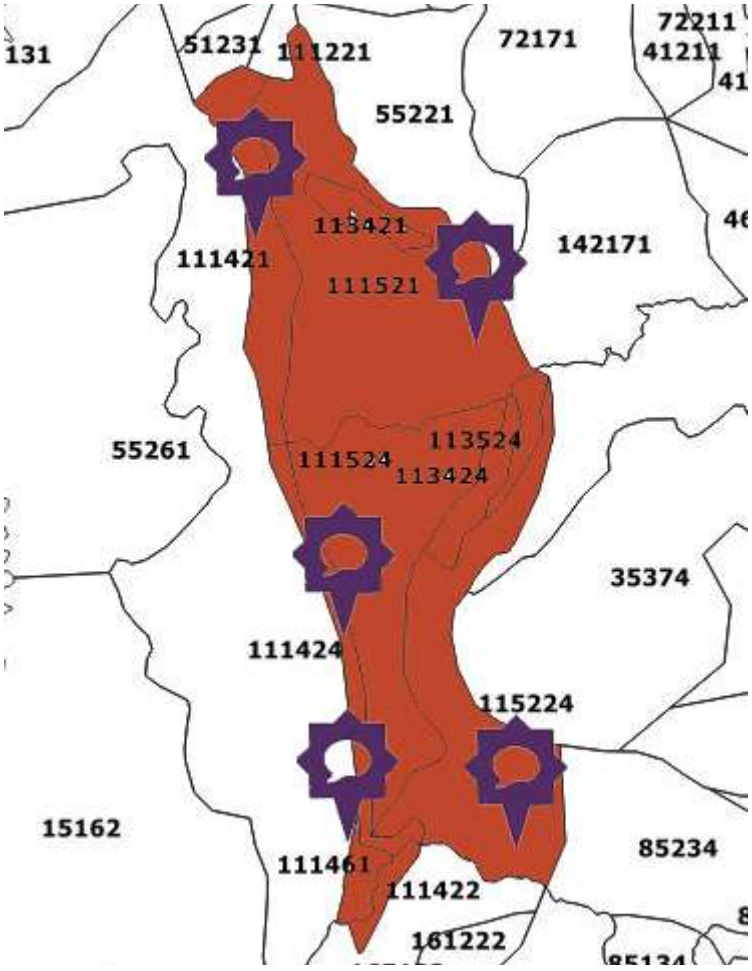
- Produção de um roteiro cultural da história da mineração e turismo industrial.

- Recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária no município de Itabirito.

- Deslocar a praça de pedágio da BR040 no município de Congonhas, antes do bairro Pires.

- Melhorar as articulações viárias entre a depressão do Bação e a BR040.

08 UP Eixo Moeda; S. Moeda e Pico do Itabirito; BR 040; Itabirito e Nova Lima



Propostas para as subunidades

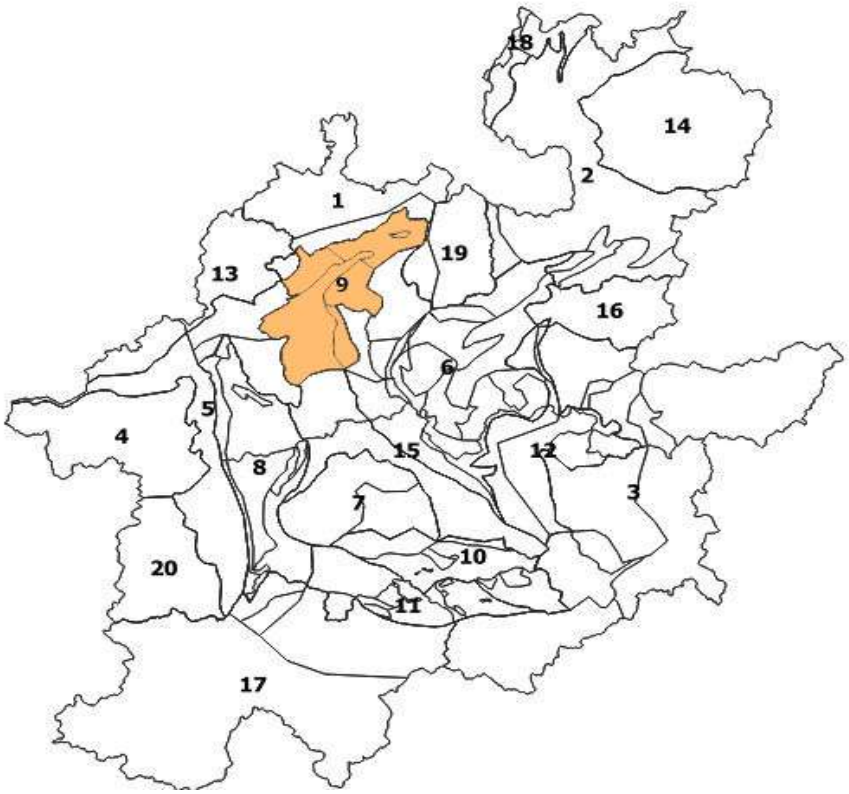
- Estar atento à maior proteção dos subsetores 111421, 111424, 111422 e 111461.
- Permitir alguma ocupação das demais subunidades, principalmente as 111521 e 111524, mas na forma de moradias esparsas em grandes lotes, com ampla proteção da cobertura vegetal.

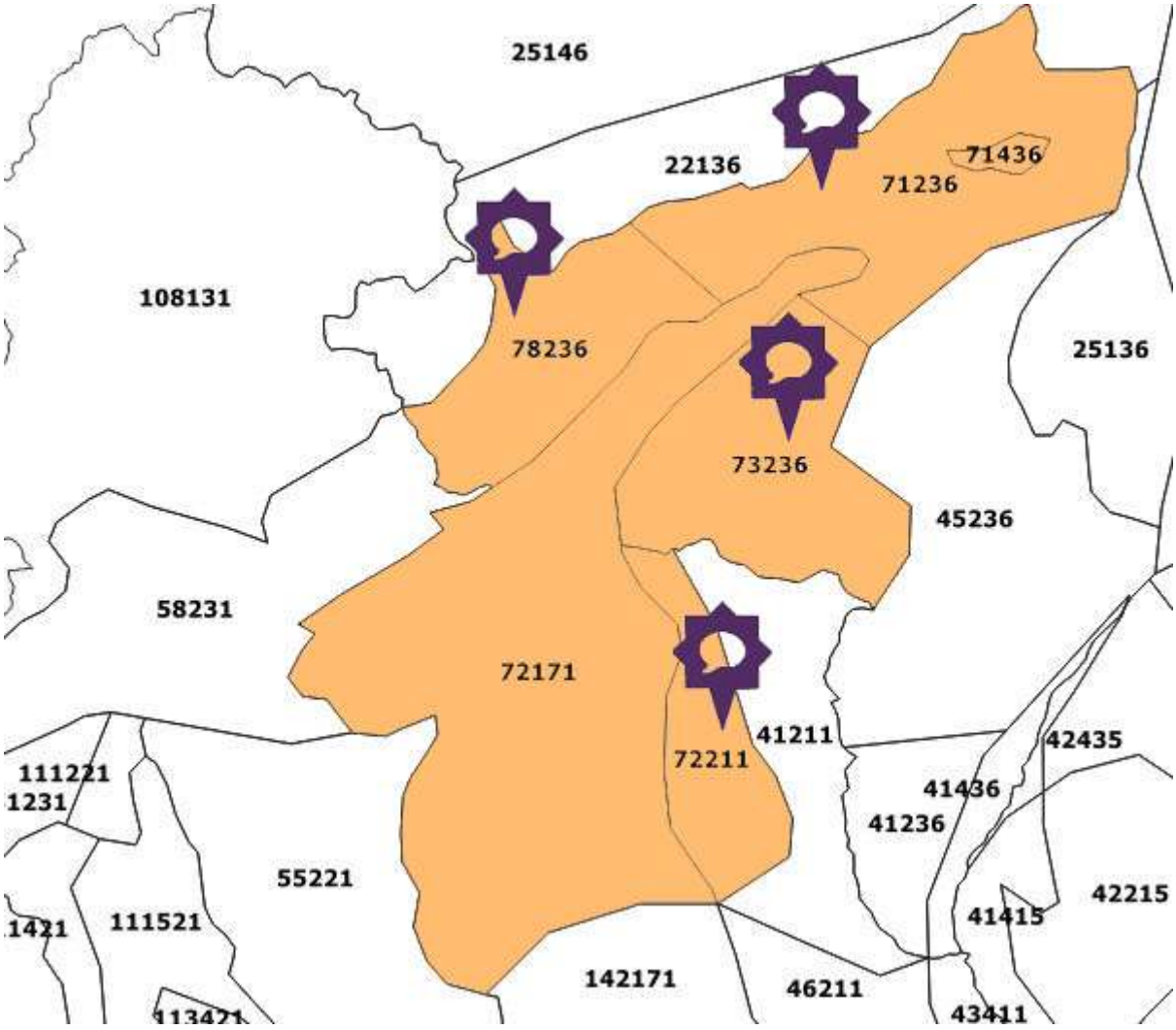
09 UP Histórica de Morro Velho; S. Piedade; BR 262, BR 381 e MG 030; Nova Lima e Sabará

Propostas para a UP 09

- Área de expansão da proteção integral.
- Preservar o meio ambiente e melhorar as articulações viárias e rodoviárias.
- É uma unidade de paisagem importante do ponto de vista de relevância ambiental e presença de serviços ecossistêmicos, isto porque apresenta biomas diferentes e vegetação relevante tanto em relação a biodiversidade quanto à robustez vegetal. Isto porque apresenta os biomas Mata Atlântica e Cerrado (e a fitofisionomia Campo Rupestre). Além disso é uma Unidade de Paisagem muito relevante também do ponto de vista hídrico, visto que apresenta os mais altos valores de importância hídrica em uma grande porção da unidade de paisagem.
- Diante disso as indicações de usos futuros para a Unidade de Paisagem são preservacionistas, quando considerada toda sua relevância ambiental.
- A área é de muita importância hídrica e de vegetação notável, mas é também de crescimento da ocupação urbana em função da proximidade com a metrópole. É classificada como rururbana por causa da ocupação na forma se segunda moradia ou de condominização, juntamente com áreas rurais remanescentes. O ideal será conseguir manter a baixa densificação e a ocupação da forma de APA, com lotes grandes e baixa densidade, garantindo a permeabilidade do solo para proteção hídrica e adotando parâmetros para proteção, manutenção e ampliação da cobertura vegetal segundo espécies nativas. Porém, observa-se o sério risco da instalação de usos caracterizados pela verticalização e densificação, o que não pode ser autorizado. A vocação é realmente o processo rururbano, com condominização, mas respeitando a APA e investindo significativamente em manutenção dos valores existentes.
- Controlar o crescimento urbano e providenciar um adensamento sustentável. Garantir diversificação em termos de atividades produtivas. fortalecer a infraestrutura de mobilidade.
- Investimentos em infraestrutura básica em pequenos distritos com condições precárias (Ex.: Rancho Novo).
- Melhorias na infraestrutura urbana periférica de Nova Lima.
- Projetos de mitigação de impactos de populações afetadas por eventos de enchentes e alagamentos, principalmente no município de Raposos.
- Construção de um receptivo para o PARNA Gandarela em Raposos com museu da geodiversidade do Gandarela.
- Elaboração de roteiros geoculturais oficiais da história da mineração (ciclo do ouro e do ferro) em Nova Lima e Sabará.
- Duplicação da rodovia MG 030 em toda a sua extensão.
- Políticas de conservação da ambiência dos centros históricos de Nova Lima, Sabará e Raposos frente às ameaças de eventos extremos.
- Incremento de vegetação nas vias urbanas nos municípios de Nova Lima e Sabará.
- Possibilitar a ocupação antropica de baixa densidade combinada com outras ações de recuperação ambiental para ressignificar e criar uma nova paisagem periurbana e perimetropolitana.
- Realocar as ocupações urbanas às margens do Rio das Velhas.

09 UP Histórica de Morro Velho; S. Piedade; BR 262, BR 381 e MG 030; Nova Lima e Sabará





Propostas para as subunidades

- Os subsetores 78236, 71236 e 72211 são cristas e, portanto, requerem uso mais restrito e limitado, para redução do impacto à paisagem notável.
- O subsetor 78236 é o único da unidade de paisagem passível de usos de ações transformativas, desde que considerada toda a importância ambiental do que tem no seu entorno. São ações transformativas mais ponderadas de modo que não impactem direta ou indiretamente as demais áreas da Unidade de Paisagem.

10 UP Histórica de Ouro Preto; S. Ouro Preto e Pico Itacolomi; BR 356; Ouro Preto

Propostas para a UP 10

- Preservação das unidades de conservação e controle do crescimento urbano na busca de uma forma urbana compacta tendo como cenário a conurbação entre Ouro Preto e Mariana.

- É uma unidade de paisagem que apresenta mesmo que em menores proporções os dois biomas que compõem a região do Quadrilátero Ferrífero. Apresenta vegetação Campo Rupestre que é uma fitofisionomia muito importante quando considerada a biodiversidade que apresenta. Por isso são indicadas ações de uso preservacionistas para essa Unidade de Paisagem, com exceção de um subsetor que não apresenta a mesma relevância do ponto de vista ambiental que o restante da unidade de paisagem.

- A Unidade de Paisagem é de complexidade, pois apresenta diferentes condições em suas diferentes porções. Possui como característica principal compor o eixo que leva a Ouro Preto, e, portanto, muito associada ao patrimônio cultural e paisagístico, mas tem potencial para diferentes abordagens. O potencial turístico pode ser ampliado, não se limitando à cidade de Ouro Preto, podendo ser associado também ao agroturismo nas unidades de cristas. As unidades de colinas, mas relacionadas a Itabirito, podem ter potencial de antropização (moradia e produção) um pouco mais explorados.

- Preservação da paisagem histórica propiciando o crescimento sustentável de baixa densidade.

- Reconhecimento e valorização da influência da cultura afrodescendente na construção de Ouro Preto, como na criação de um museu da escravidão e afins.

- Pavimentação de estradas rurais de uso diário das populações que vivem nos distritos e precisam acessar os distritos sede.

- Criação de novas unidades de conservação nos topos de morro (Serra de Ouro Preto e Mariana) focando na preservação dos eixos de visada e qualidade ambiental das microbacias que abastecem o centro urbano.

- Política de educação patrimonial e mitigação de ocupações irregulares em áreas de risco.

- Na sede de Ouro Preto, relocação de habitações em áreas de risco geológico, seja devido à suscetibilidade à erosão, deslizamentos etc. ou por conta da presença de galerias e minas subterrâneas.

- Manutenção de fragmentos de vegetação e incremento de conectividade nas proximidades das ocupações urbanas - sobretudo na sede.

- Todas as áreas de picos precisam ter preservação específica, a exemplo do subsetor 92414. As áreas de cristas também devem ter uso bastante controlado, em função dos valores de paisagem, mas podem ter o potencial turístico explorado, na forma de agroturismo e turismo de paisagem associado ao potencial da cidade de Ouro Preto (a exemplo o subsetor 95214).

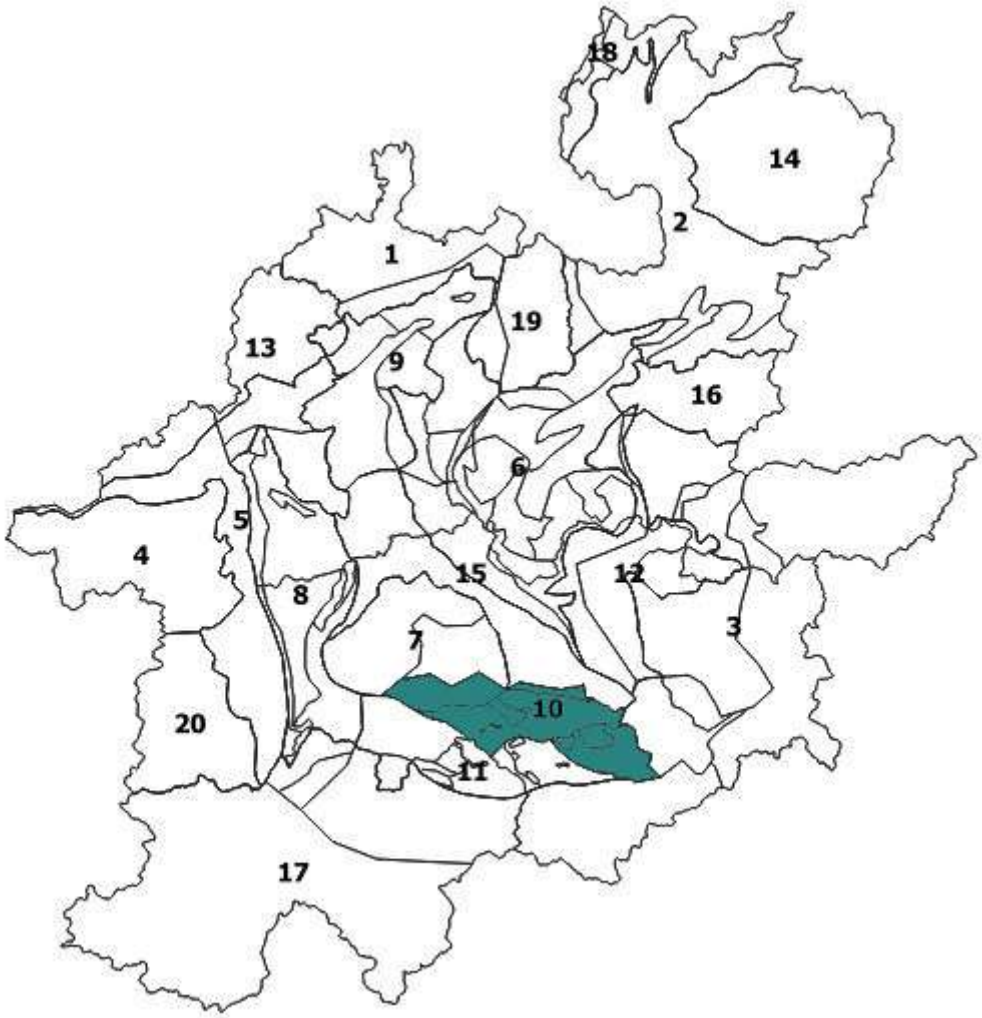
- Consolidar as centralidades existentes propiciando uma urbanização difusa e controlada de baixa densidade dialogando e ressignificando a paisagem desta UP.

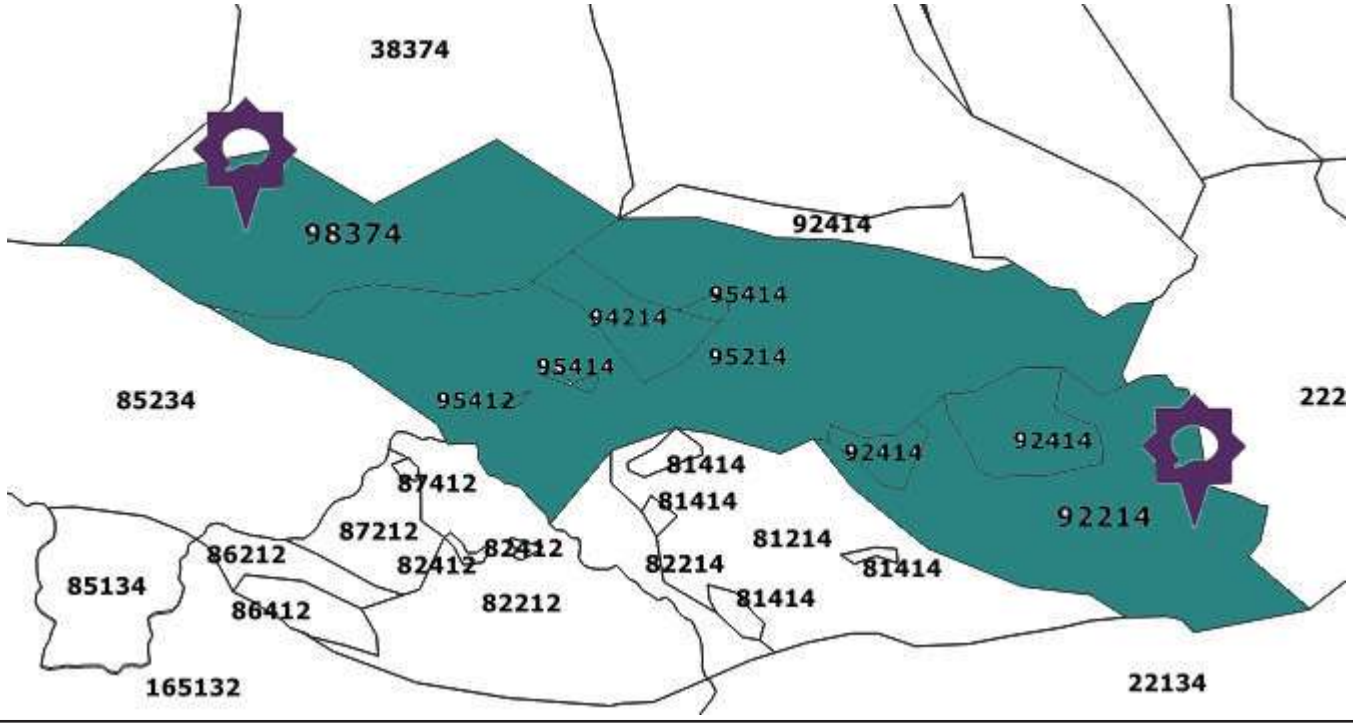
- Criação de programas municipais de capacitação e empreendedorismo para residentes da sede de Ouro Preto, com vistas à geração de renda e emprego na região que é naturalemente já é favorecida pelo turismo. Seria interessante voltar essas ações sobretudo para pessoas que sistematicamente sofrem com os efeitos da falta de acesso à educação/capacitação profissional (populações de baixa renda, pessoas negras, mães solo etc.).

- Contratação de serviços de arqueologia para localização de artefatos de valor histórico no contexto urbano e rural.

- Valorização de visadas através de criação de mirantes em pontos notáveis nos acessos a Ouro Preto, ao longo da BR356 bifurcação com AMG 1725 (entreda da cidade) e na BR 356 ao norte da bifurcação com a MG 129.

10 UP Histórica de Ouro Preto; S. Ouro Preto e Pico Itacolomi; BR 356; Ouro Preto





Propostas para as subunidades

- O subsetor 98374 é o único da unidade de paisagem passível de usos de ações transformativas, pois não apresenta vegetação de relevância ou em situação vulnerável nem presença de importância hídrica.

- O subsetor 98374 não possui vegetação ou recursos hídricos de grande expressão, e está pouco associada à cidade de Ouro Preto, possuindo condições de receber maiores transformações, em função de sua proximidade a Itabirito. O seu uso hoje é marcado pelo mosaico de agricultura e pastagem, havendo potencial para uso antropizado de moradias de baixa densidade e para o desenvolvimento agrícola nas áreas de colinas, embora os solos não sejam de excelência.

- O subsetor 92214 é de vegetação expressiva e baixa ocupação, e precisa ter este caráter mantido.

11 UP Histórica Minerária Industrial de Ouro Branco; S. Ouro Branco; BR 040 e MG 129; Ouro Branco

Propostas para a UP 11

- Preservação da paisagem existente reduzindo ao mínimo as atividades antrópicas.
- É uma unidade de Paisagem com certa relevância do ponto de vista ambiental, uma vez que apresenta relativa importância hídrica e a presença de vegetação do campo rupestre bem como do bioma Mata Atlântica.
- As ações de uso futuro indicadas para maior parte da unidade devem ser preservacionistas, pois embora nãos seja a unidade de paisagem toda que apresente vegetação notável e campo rupestre, a porção que não apresenta, possui relevância hídrica. É uma área também que apresenta presença de atividade minerária e em área de importância hídrica de média relevância. Portanto, poderiam ser criadas áreas de uso sustentável considerando esses aspectos de importância ambiental considerados.
- A área possui duas características principais: juntamente com Ouro Preto constitui um importante eixo histórico e paisagens históricas notáveis (Eixo das Serras de Ouro Branco e de Ouro Preto, importantes no ciclo do ouro e na formação da ocupação do território), e é área de produção econômica relacionada à mineração e à siderurgia. Então são duas paisagens muito diferentes, na composição e temporalidade da ocupação. A paisagem das serras remete ao importante passado do estado e à formação da mineiridade, no que diz respeito à essência da paisagem associada a Minas Gerais. A paisagem da indústria remete à base econômica do estado, e tem posição de fácil acesso em função da infraestrutura viária. Então podem ser desenvolvidas e ampliadas atividades de antropização e produção, mas evitando as áreas de cristas, picos e serras. Elas podem ser localizadas nas áreas de colinas.
- Preservar a paisagem desestimulando a ocupação antrópica e fortalecendo as unidades de conservação presentes nessa unidade de paisagem.
- Efetivação dos planos de manejo das unidades de conservação presentes dentro da unidade de paisagem.
- Incentivos ao fortalecimento do turismo de base local e rural, bem como programas de apoio à agricultura familiar e sustentável.
- Manutenção dos fragmentos de vegetação nativa e incremento de conectividade nos limites de Ouro Preto.
- Expansão da área vegetada nas zonas urbanas com vistas ao aumento de conectividade, que pode favorecer o resfriamento da região.
- Restringir as ocupações nas áreas de cristas, picos e serras, a exemplo dos subsetores 86412, 82412, 87412.
- Valorização das visadas através da criação de mirantes em pontos notáveis.

12 UP Leste do Caraça; S. Caraça; MG 129; Catas Altas

Propostas para a UP 12

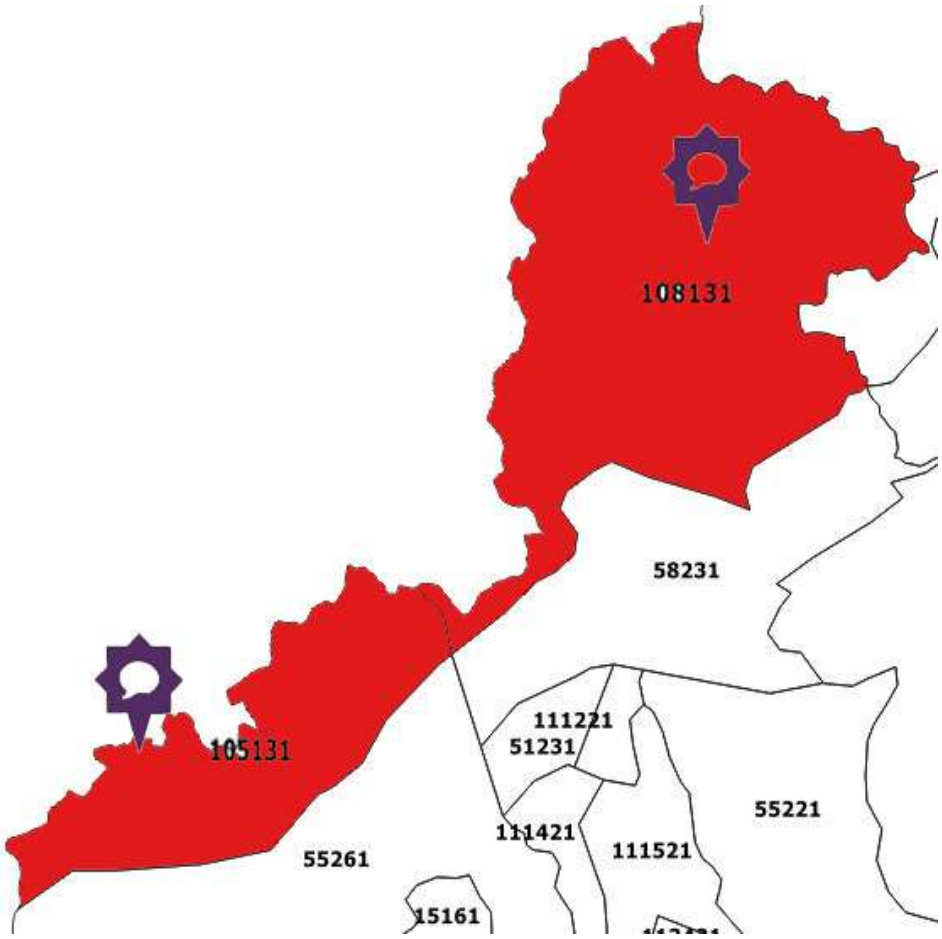
- Criação de parque.
- É uma Unidade de Paisagem importante ambientalmente para o Contexto Regional visto que apresenta a coexistência dos dois biomas da Região (Cerrado e Mata Atlântica) ainda bem preservados e bem distribuídos ao longo de toda a UP. Embora tenha uma porção da Unidade que apresente menor presença de vegetação notável, em razão das características da vegetação arbustiva da fitofisionomia Campo Rupestre, ele é muito relevante do ponto de vista da biodiversidade que apresenta com a presença de vegetação endêmica.
- Além disso também é uma área que apresenta relevância hídrica de média a alta relevância, que está localizada na porção do território que apresenta maior índice de vegetação robusta.
- Dessa forma, as indicações de usos para a Unidade são preservacionistas, quando considerado todo esse contexto de relevância dos serviços ecossistêmicos florestais e de água que a área apresenta dentro do contexto local e regional, do Quadrilátero Ferrífero.
- A área é de grande interesse de proteção, em virtude de recursos hídricos, vegetação notável e paisagem de grande valor de referência, pois é a área de influência do Caraça. A ocupação urbana é de pequeno porte e de baixa densidade, havendo potencial apenas para a expansão do turismo de pousadas, eventualmente até de agroturismo relacionado a produtos locais. Não há qualquer potencial para ampliação urbana. Contudo, há seríssimos conflitos de interesse em função das expressivas transformações da paisagem por ações de mineração. As cavas são grandes e há muita transformação, exigindo ações de recuperação e controle da paisagem. Não há tantas manifestações contrárias a esta atividade de tanto impacto por causa da baixa presença antrópica e propriedade de grandes áreas pelas mineradoras, mas é necessário estudo detalhando de recuperação das paisagens e estudos de campos de visada.
- Recuperar a paisagem transformada pela ação das mineradoras, garantindo a segurança das populações locais.
- Demarcação de trilhas de caminhantes e incentivo ao ecoturismo para redução da dependência econômica da mineração.
- Programa de redução de danos ambientais e sociais causados pela mineração predatória.
- Recuperação de cabeceira de drenagem e matas ciliares.
- Criação de unidades de conservação de proteção integral em áreas de alto interesse hídrico (potencial de recarga e densidade de drenagens de primeira ordem).
- Desincentivo à exploração mineral com técnicas que demandem retirada de grandes áreas com cobertura vegetal e de solos produtivos.
- Incentivos para a mudança da matriz econômica para a produção agrícola familiar e de pequeno porte (hortaliças, verduras e frutas).
- Desenvolvimento do turismo de base local.
- Recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária nos limites nos municípios de Mariana e Ouro Preto.
- Melhorar a dotação de trasporte coletivo, de infraestruturas urbanas e de bens de uso coletivo dos distritos presentes nesta UP.

13 UP Metropolitana; S. Curral e S. Rola Moça; BR 040, BR 381 e BR 262; Belo Horizonte

Propostas para a UP 13

- Interrupção de processos de conurbação a partir de intervenções em possíveis áreas de expansão onde forem detectados riscos à vida ou à qualidade ambiental.
- Recuperação de matas ciliares de cursos d'água inseridos no contexto urbano.
- Readequação dos sistemas de águas pluviais e fluviais para prevenção e mitigação de impactos negativos provenientes de eventos de precipitação excessiva.
- Construção de moradias populares para redução de ocupações irregulares.
- Tombamento paisagístico de todo alinhamento das cristas de serra.
- A Unidade de Paisagem 13 é uma área já bastante adensada e, portanto, bastante impactada do ponto de vista da presença de vegetação notável. Uma porção da Unidade embora não tenha vegetação notável ela apresenta importância hídrica, (região próxima a Sarzedo).
- É a unidade de paisagem que apresenta a capital do Estado, portanto, as indicações de ação para a área são de uso transformativo, pois não apresenta tantos serviços ecossistêmicos florestais a serem preservados. As ações para preservação dos fragmentos florestais existentes no urbano precisam ser pensadas sob perspectiva da infraestrutura verde urbana.
- Incremento de vegetação no contexto urbano a partir de (i) planos municipais de arborização; (ii) programas de doação e incentivos fiscais para plantio de mudas; criação de parques de pequeno porte em pontos vegetados de interesse climático etc.
- Manter os usos existente providenciando o adensamento sustentável e melhorando as condições de vida das populações.
- A área segue influência direta do Plano Diretor de Belo Horizonte, que não só ocupa a maior parte da UP, como também, por ser a capital, influencia diretamente no modo de pensar o espaço urbano na região. O PD de BH deve se ajustar ao pensamento de UP, pois ele não contempla o pensamento de paisagem. A saturação do uso da terra na capital tem resultado na expansão imobiliária impactante nos municípios de sua borda, em especial em Nova Lima e em Ibirité. Em Nova Lima através de edificações de alto custo, com altíssima densidade e verticalização, e em Ibirité com menos verticalização, mas alta densidade em unidades de até 3 pavimentos. É necessário considerar a capacidade de suporte nestas áreas de crescimento, no que diz respeito à presença de infraestrutura e sistema viário. Na área de Nova Lima, principalmente, é necessário restringir a extrema densificação.
- Incentivo à utilização de estratégias bioclimáticas para favorecimento de conforto térmico a nível local, como uso de vegetação em muros e empenas cegas, telhados verdes, plantio de mudas etc. e de parametrização tecnológica, como utilização de revestimentos em cores de baixa absortância, favorecimento de sistemas construtivos locais etc.
- Criação de parques lineares em fundos de vale e bacias de detenção para prevenção de enchentes e inundações.
- Preservação das vertente e controle da expansão das manchas urbanas. Evitar a implementação de projetos de grande porte, tal como o novo traçado do rodoanel.
- Criação novas áreas verdes melhores distribuídas ao longo da unidade de paisagem e requalificação das áreas verdes com fins recreativos e paisagísticos já existentes.

13 UP Metropolitana; S. Curral e S. Rola Moça; BR 040, BR 381 e BR 262; Belo Horizonte



Propostas para as subunidades

- No subsetor 108131, na porção de Nova Lima, reduzir a densificação e a verticalização, com redução do impacto sobre a paisagem e sobre a infraestrutura.

- No subsetor 105131 são indicadas ações mais preservacionistas do ponto de vista da infraestrutura azul, visto que essa subsetor da unidade de paisagem apresenta relevância hídrica dentro da Unidade da Paisagem. As ações futuras pensadas podem considerar ações de uso sustentável para a região. No subsetor 105131, na poção de Ibirité, favorecer a moradia, mas em processo ordenado e com parâmetros urbanísticos que evitem a densificação e a verticalização.

14 UP Minerária de Itabira; S. Alves, S. Macuco e Espinhaço; BR 381 e MG 129; Itabira

Propostas para a UP 14

- A área é muito diretamente relacionada à cidade de Itabira, caracterizada por topografia dissecada, significativa importância hídrica e pouca vegetação. É uma área que vive muito em função da mineração, mas o impacto é de caráter local, não se relacionando tanto com o restante do território. A mineração é uma atividade tradicional na área, que já causou muitas transformações. Cabem estudos de paisagens futuras alternativas para as áreas mineradas. O uso urbano é concentrado na macha de Itabira e não se expande para o restante da UP. Há mosaico de agricultura e pastagem, indicando a possibilidade de desenvolvimento de agrofloresta local como forma de recuperação.

- É uma região de relativa importância hídrica, apresentando apenas algumas manchas de média importância hídrica espalhadas pela Unidade de Paisagem. Não é uma unidade de Paisagem com presença de vegetação notável.

- É uma região onde a presença da atividade é expressiva e tem grande expressividade econômica na arrecadação dos municípios, bem como essas atividades de transformação tem uma relação direta com a histórica do lugar. Portanto, considerando a não relevância ambiental da Unidade de Paisagem no contexto regional e o histórico e papel da importância que as atividades minerárias apresentam para a região as ações de usos futuros para a área podem se caracterizar transformativas.

- Preservar a paisagem existente fortalecendo os usos e as práticas tradicionais. Recuperar as áreas de mineração e diminuir o risco geotécnico.

- Diversificação econômica, por exemplo incentivo ao turismo cultural (Drummond) e ao Ecoturismo, para menor dependência da mineração.

- Recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária no município de Itabira.

- Efetivação do plano de fechamento de mina e recuperação ambiental de todo o alinhamento de serra afetado pela atividade de extração mineral.

- Incentivos para a agricultura familiar e de pequeno porte.

- Investimentos para mudança gradual na matriz econômica de exploração mineral para agricultura, turismo e educação.

- Duplicação da rodovia MG434.

- Criação de unidades de conservação em áreas de cabeceiras de drenagem.

- Identificar um local para a criação de um Museu da mineração, com exposições do tipo de minérios de minas, importância e usos desses minérios no cotidiano, além disso, área de estacionamento, área de food truck e eventos.

- Transformar a MG434 em eixo logistico do centro de Itabira até o trevo com a BR 381/262.

- Planejar novos usos para áreas de mineração desativadas que não forem destinadas a recuperação ambiental. Por exemplo com circuitos educativos sobre mineração, o processo produtivo etc.

15 UP Minerária de Itabirito; Pico do Itabirito; BR 356 e MG 030; Itabirito

Propostas para a UP 15

- Área caracterizada pelo uso rururbano, em função do surgimento de áreas de segunda moradia, condomínios, em meio a ocupações rurais esparsas. Não apresenta atividades de produção expressiva do tipo mineração ou indústria, e é de fácil acesso pelas rodovias MG 030 no sentido Norte Sul e BR 356 no sentido Oeste Leste em sua borda sul. A área ainda é bastante vazia, tem topografia em colinas e relevo dissecado. Há destaque para a expressiva cobertura vegetal e para a importância hídrica. A ocupação urbana é baixa. Embora tenha potencial para expansão urbana, em função da facilidade de acesso e boas condições topográficas, há os conflitos em relação aos valores ambientais que precisam ser preservados, o que indica como melhor uso as atividades de agrofloresta e o favorecimento do rururbano, como já acontece.

- Preservar o Alto Rio das Velhas e asfaltar a MG030 de Rio Acima até Itabirito. Preservar os pequenos distritos.

- Incremento de vegetação no contexto urbano.

- Área de maior concentração de importância hídrica do Quadrilátero Ferrífero, com a presença de importância hídrica quase que na totalidade da Unidade de Paisagem. Além da questão hídrica é uma das Unidades de Paisagem com maior índice de vegetação robusta. Apresenta a Unidade de Conservação de Uso Sustentável em quase toda a Unidade de paisagem.

- Entendendo que embora as unidades de conservação de uso sustentável tentam equilibrar o uso antrópico da área e o ambiente natural, considerando a importância ambiental da Unidade de Paisagem para o Quadrilátero ferrífero as indicações de ações futuras devem ser de usos preservacionista, considerando formas ainda mais rigorosas de unidades de preservação, como a transformação de áreas da UC de uso sustentável em UC de Proteção Integral. De modo a garantir a preservação e qualidade ambiental dos recursos ali existentes.

- Criação de um receptivo turístico para o PARNA Gandarela em Rio Acima.

- Desenvolvimento de um roteiro turístico temático para o rio das Velhas, rota minas de ouro (Rio Acima-Mariana). Incentivos à esportes de aventura pelo Rio das Velhas.

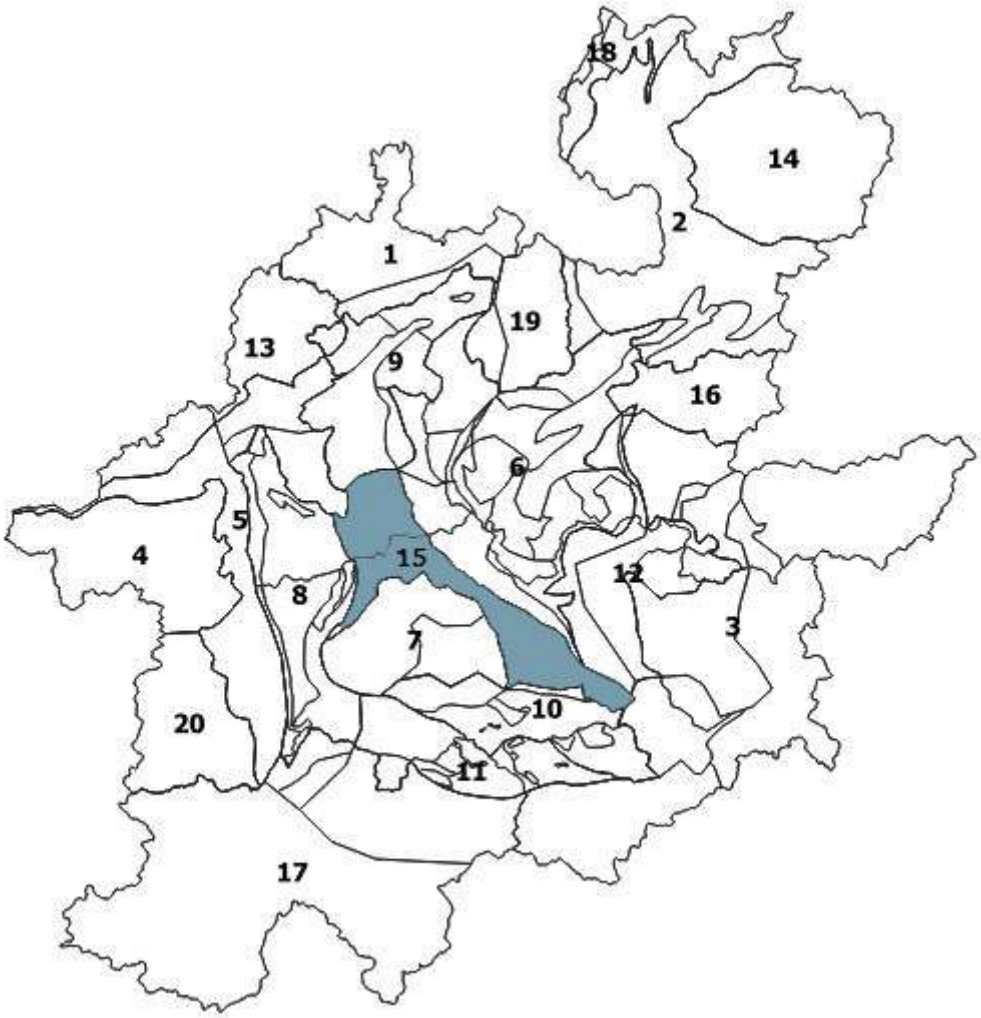
- Melhoria nas estradas rurais e incentivo à ocupação de baixa densidade.

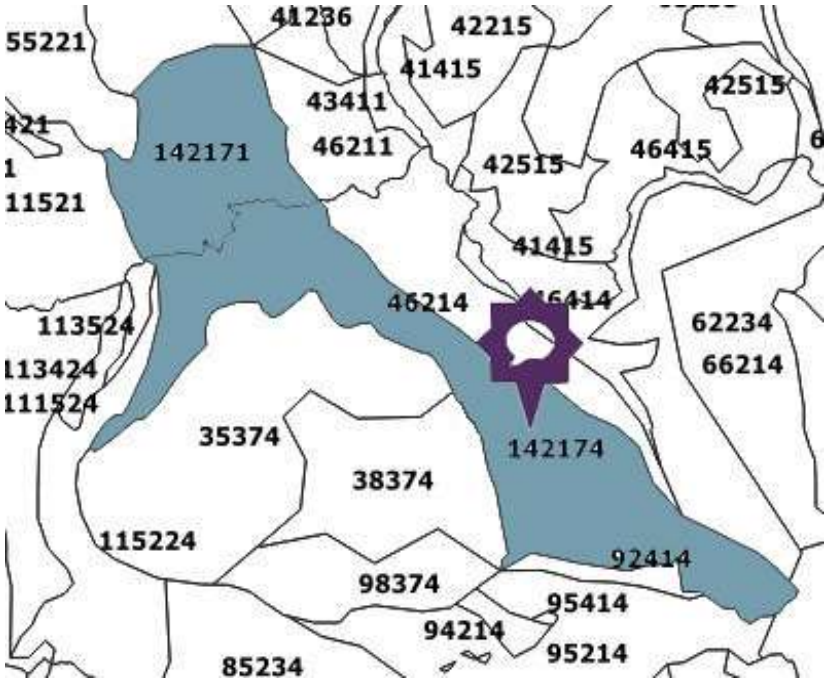
- Manutenção das características físicas da Serra do Caraça.

- Incentivo ao ecoturismo nos distritos, como Bação, para diversificação econômica e menor dependência da mineração.

- Possibilitar a ocupação antrópica de baixa densidade combinada com outras ações de recuperação ambiental para ressignificar e criar uma nova paisagem periurbana e perimetropolitana na porção norte dessa UP englobando o nucleo urbano de Rio Acima.

15 UP Minerária de Itabirito; Pico do Itabirito; BR 356 e MG 030; Itabirito





Propostas para as subunidades

- O subsetor 142174 está mais relacionada a Ouro Preto, e pode ter o potencial de agroturismo associado a agrofloresta explorado.

16 UP Minerária do Rio Doce - Piracicaba; S. Caraça e S. Gandarela; BR 262 e MG 129; Santa Bárbara

Propostas para a UP 16

- É uma área sem vegetação notável, porém é uma área importância hídrica. A Região apresenta ainda presença da mineração e que tem grande importância econômica para os municípios. Uma área já com grande impacto das ações transformativas da mineração.

- Apresenta uma pequena porção de Unidade de Proteção Integral que precisa ser conservada tanto a área quanto seu entorno imediato. Diante do exposto as ações de uso futuro são transformativas, porém precisa de um certo monitoramento das ações da mineração de modo a reduzir os impactos na rede hídrica e de não impactar a região já preservada da UC.

- Área muito associada à produção minerária. Embora seja uma das cabeceiras do Rio Doce e do Rio Piracicaba, não é das mais importantes em termos de valores hídricos ou de vegetação expressiva. A ocupação urbana é de baixa densidade, muito associada a Santa Bárbara, sem ocupações fora da sede municipal. O acesso não é facilitado, se constituindo como área ainda sem interesse de expansão urbana. Pode ser trabalhada como área de suporte às atividades de mineração, com a necessária atenção ao patrimônio histórico e cultural de Santa Bárbara.

- Garantir o controle e fiscalização da atividade de mineração. Fortalecer os núcleos urbanos existentes através procedimentos de adensamento e consolidação. Evitar a criação de áreas de expansão de baixa densidade.

- Incentivo ao ecoturismo para diversificação econômica e redução da dependência econômica da mineração.

- Criação de cinturões verdes nas ocupações urbanas de Santa Bárbara.

- Criação de uma área para empresas que visam a exploração e venda de água mineral, buscando gerar um alternativa a economia local que tem como uma fonte principal a exploração do minério.

- Elaborar um instrumento de planejamento da paisagem intermunicipal envolvendo Santa Bárbara, Barão de Cocais e Catas Altas.

17 UP Minerária Industrial de Congonhas; S. Casa de Pedra; BR 040; Congonhas e Conselheiro Lafaiete

- Preservação. Criação de área de proteção especial.

- A área é caracterizada pela significativa transformação da paisagem em função da exploração mineral, baixa presença de cobertura vegetal expressiva, mas importância hídrica em função do Rio Paraopeba. Em função da BR 040 e da facilidade de acesso, tem grande potencial para a expansão de moradia e de atividades de produção, mas será necessário resguardar as áreas de interesse histórico (Congonhas) e os elementos notáveis da paisagem (Serra de Ouro Branco, Serra da Moeda na porção da Serra Casa de Pedra). Protegidos estes valores principais, há potencial para densificação e expansão da antropização, principalmente pela facilidade de acessos. Observa-se hoje uma má qualidade da paisagem urbana, que precisa ser ordenada por parâmetros urbanísticos. É preciso, também, desenvolver o olhar cidadão sobre o valor da paisagem urbana e a importância de uma paisagem urbana qualificada, então talvez apenas apresentar números em um Plano Diretor não seja suficiente para que eles se traduzam uma paisagem urbana qualificada. É preciso enfrentar o problema da não adesão a princípios do Plano Diretor, e realizar esforços de uma ocupação mais orquestrada, uma vez que há potencial para isto.

- Apresenta pequenas porções de UC de uso sustentável e de proteção integral. Mas bem reduzidas quando considerada o tamanho da Unidade de Paisagem. Embora seja uma área de presença de mineração que também já sofreu impacto por essas ações transformativas, a maior parte da Unidade de Paisagem apresenta importância hídrica, sem presença de vegetação notável. Diante disso, as ações de uso futuro podem ser uma combinação de ações transformativas e ações de preservação, considerando essas porções da unidade de paisagem que apresentam de média a alta importância hídrica de modo a preservá-las.

- Fortalecer o aglomerado urbano existente preservando a paisagem e recuperando as áreas de mineração.

- Área indicada para colocação de mirantes que possam dar alcance visual e valorizar a paisagem. Foram sugeridos mirantes nas pr´ximidades da BR383 próximo a Entre Rios de Minas, na BR040 a sul de Conselehiro Lafaiete e na MG 129 a sul de Ouro Branco.

- Criação de vias de acesso para separar caminhões, principalmente de mineração, dos veículos comuns.

- Incentivos e estímulos para o fortalecimento da agricultura familiar.

- Melhoria nas infraestruturas de estradas utilizadas no escoamento da produção industrial.

- Recuperação das cabeceiras afetadas pela mineração em larga escala, com exigência de planos de fechamento de mina que contemplem recuperação de elementos afetados por essas.

- Estruturação de um sistema de transporte público integrado (consórcio) entre os distritos e sedes de municípios, desincentivando o uso de veículos particulares individuais.

- Criação de unidades de conservação de proteção integral que favoreçam a estabilidade ambiental, recuperação da paisagem e desenvolvimento turístico.

- Uso de técnicas de exploração mineral de menor impacto e menor remoção de cobertura pedológica.

- As ocupações urbanas, sobretudo as sedes de Conselheiro Lafaiete, Ouro Branco, Entre Rios e Congonhas, demandam arborização em vias e criação de cinturões verdes para favorecer as condições climáticas.

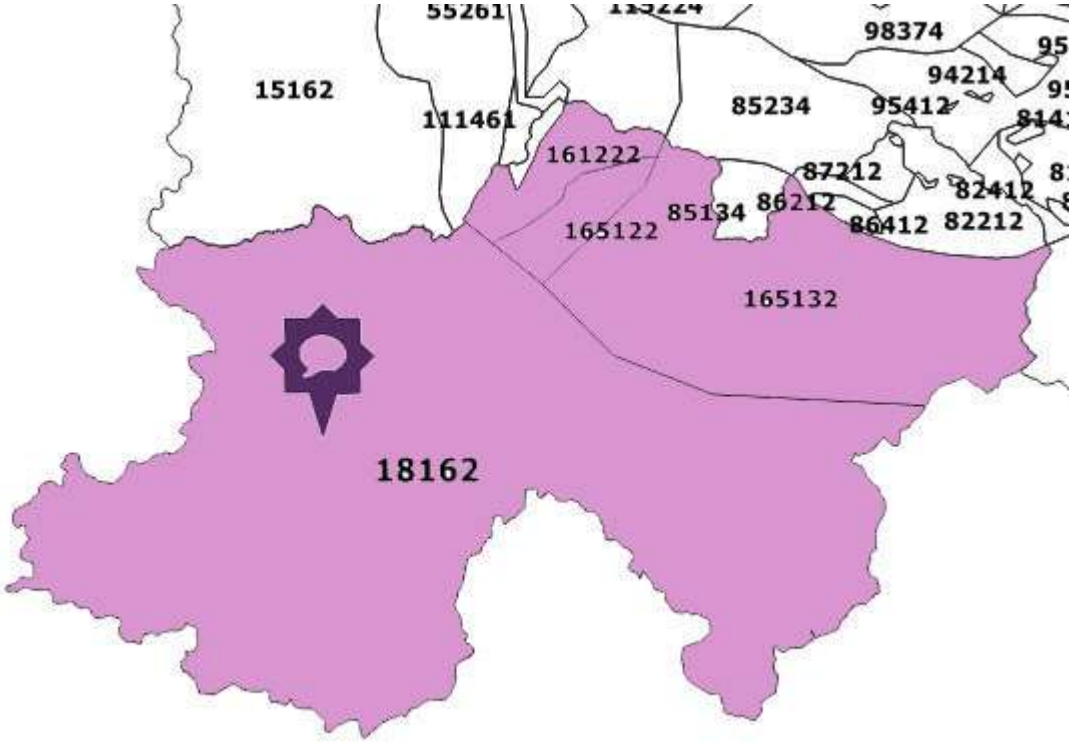
- Preservação da formação fitofisionômica do Cerrado presente nos municípios de Entre Rios e Cons. Lafaiete.

- Criação de roteiro turístico com valorização histórica dos lugares, visando alternativa à exploração do minério.

- Preservar a paisagem da porção oeste e sudoeste desta UP.

- Na área a norte de Jardim Vitória e a sul da Açominas, nesta porção: Criação de um plano de recuperação de áreas verdes após o fim da exploração do minério, uma vez que essa é uma área com ótimo campo de visada e com potencial para áreas verdes.

17 UP Minerária Industrial de Congonhas; S. Casa de Pedra; BR 040; Congonhas e Conselheiro Lafaiete



Propostas para as subunidades

- O subsetor 18162 é área sem concentração de importância hídrica e de vegetação, portanto é a única porção da unidade de paisagem mais suscetível a ações transformativas.
- Proteção espacial dos subsetores 161222 (Casa de Pedra) e da Serra de Ouro Branco

18 UP Sul do Espinhaço; S. dos Alves e Espinhaço; BR 381 e MG 129; Itabira

Propostas para a UP 18

- Unidade de paisagem pertencente a uma área de proteção ambiental, com presença de vegetação notável. Apresenta relevância dando de vegetação expressiva quanto de alta relevância hídrica em grande parte da unidade de paisagem. A área apresenta ainda importante unidade de preservação ambiental. Dessa forma, as indicações de usos para a Unidade de Paisagem são preservacionistas, quando considerado todo esse contexto de relevância dos serviços ecossistêmicos florestais e de água que a área apresenta dentro do contexto local e regional, do Quadrilátero Ferrífero.

- Preservar a paisagem.

- Área de crista, de grande valor ambiental e de paisagem. A ocupação deve ser bastante controlada, pois está relacionada à paisagem do Espinhaço. Possui potencial turístico, e a antropização pode, no máximo, favorecer a instalação de pequenas edificações relacionadas a este uso.

- Manutenção das características físicas da Serra dos Alves.

- Demarcação e manutenção de trilhas para fomento ao ecoturismo.

- Criação de um Parque, com uma área para camping, estacionamento, pequeno comércio voltado para alimentação e artesanato local e laboratórios de forma auxiliar nos custos da manutenção de funcionários e do local. Desenvolvimento de circuitos para induzir ao turista a explorar de acordo com uma lógica de conhecimento.

- Controle sobre processos de parcelamento em área rural onde ocorre a criação de condominios fechados.

19 UP Bacia do Rio das Velhas; S. Piedade; BR 381 e BR 262; Sabará e Caeté

Propostas para a UP 19

- Inserção de cultivos agroecológicos para substituição e diversificação da monocultura de eucalipto.
- Recuperação de matas ciliares de cursos d'água inseridos no contexto urbano.
- A Unidade de paisagem é majoritariamente uma área de grande importância hídrica e potencial de recarga. Dessa forma a maior parte da unidade deve ter ações no sentido de preservação dos recursos hídricos e melhoria da qualidade da água. Ações preservacionistas de unidades de conservação já existentes (integrais e uso sustentável) e ampliação de áreas potenciais (de modo a assegurar a recarga e qualidade hídrica).
- Fortalecimento dos usos existentes associado à agropecuária.
- Área de colinas com pouca presença de vegetação, mas de importância hídrica.
- Há potencial para vocação habitacional, mas há maior potencial para atividades de produção agrícola para abastecimento da metrópole.
- Criação de projeto para instalação de infraestrutura na porção leste da UP para dar suporte ao crescimento/ adensamento urbano, sobretudo de comércios e serviços, decorrente da duplicação da BR-381 e conclusão do Rodoanel

20 UP Bacia do Rio Paraopeba; S. Moeda; BR 040; Moeda e Belo Vale

Propostas para a UP 20

- Incremento de vegetação na zona urbana de Belo Vale para fins de atenuação de ondas de calor.
- Incentivo ao agroturismo, sobretudo com práticas sustentáveis, para diversificação econômica local. Incentivos e programas para o fortalecimento da agricultura familiar e sustentável.
- Projetos de recuperação das matas de cabeceira e ciliares, a fim de favorecer a resiliência da bacia do rio Paraopeba.
- Estabilização de taludes de estradas rurais a fim de mitigar impactos negativos dos processos erosivos provenientes da abertura e uso de tais estradas.
- Programa de fortalecimento do turismo rural e suporte à criação de produtos locais (artesanato, cervejas, gastronomia) que remetem ao marco paisagístico da Serra da Moeda.
- Preservação da formação fitofisionômica de campo rupestre e cerrado presentes no município de Belo Vale.
- Preservar os usos existentes fortalecendo a cultura local e preservando a vertente oeste da Serra da Moeda evitando a implantação de novos condomínios fechados.
- Há a necessidade de dotação de Plano Diretor para Moeda e Belo Vale de tal forma a providenciar uma integração entre si e com Brumadinho a começar pelo asfaltamento da estrada que liga as duas cidades.
- É necessário proteger a vertente oeste da serra da moeda do processo de parcelamento que está ocorrendo com a implantação de novos condomínios.
- A produção de cítricos deve se tornar algo permanente e deve se incorporar à paisagem e para com a comunidade local em termos culturais e identitários (é necessário criar economia circular associada a este tipo de produção, beneficiamento e venda).
- Criação de projeto de diversificação dos sistemas de captação de água para reduzir a dependência das águas do Paraopeba que sofre com pressões da escassez hídrica, da alteração sistemática do uso e cobertura do solo e do risco de rupturas de barragens próximas a Congonhas (Mina casa de Pedra e outras).

Sobre as autoras e os autores

Ana Clara Mourão Moura é graduada em Arquitetura e Urbanismo (UFMG); Especialista em Planejamento Territorial e Urbano (PUC-MG e Universidade de Bolonha, Itália), Mestre em Geografia (UFMG), Doutora em Geografia (UFRJ) e Pós-Doutorado no Politecnico di Torino (POLITO), Itália. É Professora Titular do Departamento de Urbanismo da EA-UFMG e coordena o Laboratório de Geoprocessamento. Tem experiência em Planejamento Urbano e Geociências, atuando em análise espacial, Sistemas de Informações Geográficas, geovisualização, diagnóstico ambiental e urbano, e simulação de transformação da paisagem cultural.

anaclara@ufmg.br

Alfio Conti é Arquiteto, planejador territorial e urbanista. Landscape Planner.
Doutor em Geografia -Tratamento da Informação Espacial Pucminas.
Posdoutor em planejamento da paisagem na Universitá di Bologna- Alma Mater Studiorum. Professor adjunto do Departamento de Urbanismo da Escola de Arquitetura da UFMG.
Pesquisador do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Urbanismo da Escola de Arquitetura da UFMG.

alfioconti@ufmg.br

Sobre as autoras e os autores

Birgit Harter Marques é Doutora em Ciências Naturais e Mestre e graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de Tuebingen, Alemanha. É professora da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) e no curso de Ciências Biológicas (Graduação). Atua em Ecologia de Invertebrados, ênfase em Ecologia da Polinizacão e da Interação Animal-Planta, principalmente nos temas: diversidade de visitantes florais, biologia floral e fenologia reprodutiva de plantas, ecologia de invertebrados e diversidade reprodutiva funcional em ambientes naturais e antropizados.

bhm@unesc.net

Bráulio Magalhães Fonseca é Professor do Dep. de Cartografia do Instituto de Geociências da UFMG. Possui Doutorado e Mestrado em Análise Ambiental pela UFMG, com desenvolvimento de pesquisas em SIG e Geodesign aplicados ao Planejamento Territorial. Coordenador do Laboratório de Geotecnologias – GeotecLab do CPMTC/IGC/UFMG e Conselheiro Científico do Instituto de Gestão Territorial e Geotecnologias. Foi membro do Conselho Consultivo da Frente Nacional de Prefeitos. Atua em projetos de planejamento e gestão territorial, Planos Diretores, Planos de Mobilidade e Planejamento Estratégico para Municípios Mineradores.

brauliomagalhaes@gmail.com

Camila Fernandes de Morais é graduada em Arquitetura e Urbanismo e em Ciências Sociais pela UFMG. É pesquisadora colaboradora do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG, integrante do grupo de pesquisa Geoprocessamento na Gestão da Paisagem Urbana e Ambiental e membro da equipe do projeto Re-planejando o território do Grupo de Pesquisa em Gestão ambiental Urbana do PPG-FAU da Universidade de Brasília. É Analista GIS na GE21 Geotecnologias, empresa de consultoria e serviços especializada em tecnologia da informação geoespacial.

cafernandes.morais@gmail.com

Sobre as autoras e os autores

Camila Marques Zyngier é Arquiteta Urbanista (EA-UFMG). Doutora e Mestre em Arquitetura e Urbanismo (NPGAU-UFMG). Possui pós-doutorado (IGC UFMG). Especialista em Revitalização Urbana e Arquitetônica (EA-UFMG). Experiência docente na PUC-MG, IBMEC-BH, UFMG e CEUNIH. Atua no mercado de arquitetura desde 2002, colaborando em projetos multiescalares. Leciona e pesquisa sobre planejamento e projetos urbanos; mapas; geovisualização; geotecnologias; geodesign e metodologias participativas. Recebeu os Prêmios de melhor Tese de Arquitetura e Urbanismo (2016-UFMG), e Rosa Kliass (2019). Colaboradora do Laboratório de Geoprocessamento (EA-UFMG).

camila.zyngier@gmail.com

Carlotta Gennari é graduada em Ciências políticas e relações internacionais na Alma Mater Studiorum em Bologna em 2015, após um ano de intercâmbio na UFMG em Belo Horizonte entre 2014 e 2015. Em 2018, terminou o mestrado em Planejamento e Políticas para a Cidade, o Meio Ambiente e a Paisagem na Universidade IUAV em Veneza, incluindo um ano acadêmico na ULisboa. Desde 2019 concentra as suas experiências de pesquisa e trabalho na área das políticas europeias para a agricultura e a alimentação sustentável, e trabalha na Slow Food International como coordenadora regional.

carlottagennari93@gmail.com

Christian Rezende Freitas é graduado em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2001), Especialista em Geoprocessamento pelo Instituto de Geociências da UFMG (2003), Mestre em Geografia pelo Instituto de Geociências - UFMG (2006) e Doutor em Planejamento Territorial pela UFMG (2020). Experiência em coordenação de projetos de implantação de Sistemas de Informação e Infraestrutura de Dados Espaciais. Possui experiência em coleta, tratamento e modelagem de dados espaciais para as áreas ambientais, mineração e planejamento territorial.

christianrezende@alomeioambiente.com.br

Sobre as autoras e os autores

Danilo Marques de Magalhães é Bacharel, Mestre e Doutor em Geografia pela UFMG. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Geociências da UFRRJ e professor convidado do CEERMIN-UFMG, lecionando disciplinas ligadas às Geotecnologias. Atua também como pesquisador do GEOPRO-EA (UFMG). Foi professor adjunto do UNIBH, onde coordenou o curso de graduação em Geografia, o Laboratório de Geomarketing e o projeto de extensão "Cartografia Colaborativa". Tem experiência nas áreas de SIG, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, PDI, Drones, Ecologia da Paisagem, Geodesign e Planejamento Territorial.

danilommagalhaes@gmail.com

Gustavo Adolfo Tinoco Martinez é pesquisador dedicado a experiência em análise de dados espaciais e geoprocessamento. Apresenta histórico na geração de informação e conhecimento a empresas e grupos de pesquisa, na elaboração de documentos técnicos, relatórios e diagnósticos de análise. Graduado na Universidad del Tolima como arquiteto em 2019, e com Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais na Universidade Federal de Minas Gerais. Interessado em pesquisas do espaço territorial em relação a políticas, tomada de decisão e modelagem espacial.

gustavo.a.t.m.12345@hotmail.com

Ítalo Sousa de Sena é licenciado em Geografia pela Universidade Federal de São João Del-Rei, mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e doutor em Geografia pela UFMG. Atuou como pesquisador de pós-doutorado no Laboratório de Ambientes Virtuais Geográficos na Masaryk University, República Tcheca, e colaborador externo no Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG e GeogamesLab, Iowa State University, EUA. Realiza pesquisas nas áreas de geogames, geodesign, planejamento e análise espacial e geoturismo.

italosena@gmail.com

Sobre as autoras e os autores

Lourdes Manresa Camargos é Engenheira Ambiental e Sanitarista formada pelo CEFET-MG, especialista em Geoprocessamento e Mestre em Geografia e Análise Ambiental pela UFMG. Estudou também no curso de Ciências Ambientais da Faculdad de Agronomia na Universidad de Buenos Aires, com bolsa do Programa de Intercâmbio do CEFET-MG. Atua principalmente no uso de sistemas de informações geográficas em análises ambientais e urbanas. Tem interesse nos seguintes temas: análise e modelagem ambiental, infraestrutura azul e geoprocessamento aplicado no manejo de bacias hidrográficas.

loucamargos@gmail.com

Nicole Andrade da Rocha é professora, arquiteta e urbanista e autônoma. Formada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Juiz de fora (2012), pós graduada em Arquitetura de Interiores pela UFJF (2014), Mestre em Ambiente Construído pela UFJF/PROAC (2015) e Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela UFMG/NPGAU (2019), tem atuado nos estudos urbanos, principalmente voltados para as áreas verdes urbanas utilizando ferramentas de geoprocessamento. É professora de Arquitetura e Urbanismo na Faculdade Metodista Granbery, Juiz de Fora.

nicarocha.jf@gmail.com

Nilzo Ivo Ladwig é Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Tem experiência na área de Engenharia de Agrimensura, com ênfase em Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, Sistema de Informação Geográfica, Planejamento e Gestão Territorial, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento regional sustentável, cadastro técnico multifinalitário e planejamento sustentável em turismo. Líder do grupo de pesquisa em Planejamento e Gestão Territorial, Coordenador do Laboratório de Planejamento e Gestão Territorial (LabPGT).

ladwignilzo11@gmail.com

Sobre as autoras e os autores

Paulo Renato Mesquita Pellegrino é Professor Associado Sênior da Faculdade de Arquitetura, Urbanismo e Design da Universidade de São Paulo. Atua em disciplinas em Paisagem e Meio Ambiente do Departamento de Design, e lidera estúdios de paisagismo e planejamento na graduação e na pós-graduação. É do grupo coordenador do LABVERDE com projetos explorando os serviços que as paisagens podem desempenhar como infraestruturas vivas, integrando-as com estruturas construtivas. Atua em projetos de extensão de arborização urbana, uso de água de chuva, recuperação de córregos, biodiversidade, fitorremediação e resiliência urbana às mudanças climáticas.

prmpelle@usp.br

Pedro Benedito Casagrande é graduado em Geologia pela UFMG, experiência em Modelagem Geológica, Prospecção, Avaliação e Exploração de Depósitos, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e Geodesign. Mestre pelo Departamento de Geografia da UFMG (Análise Ambiental). Doutor pelo Departamento de Geologia da UFMG (Modelagem, Sensoriamento Remoto e Pesquisa Mineral). Pesquisador do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura, do Laboratório de Pesquisa Mineral e do Laboratório de Tecnologia de Rochas da Escola de Engenharia, ambos da UFMG.

pcasagrande@demin.ufmg.br

Renata Nogueira Herculano é Mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo NPGAU|UFMG, aperfeiçoamento em Urban Design pelo INSD|UK, especialista em Gestão de Cidades e Planejamento Urbano pela UCAM|RJ, engenheira de Produção/Civil pela Universidade FUMEC|MG e Arquiteta e Urbanista pela UIT|MG. Leciona no programa de pós-graduação em Arquitetura da Paisagem da PUC-Minas e possui experiência nas áreas de coordenação, prospecção e elaboração de planos e projetos urbanos. Como urbanista, atuou em quase uma centena de projetos de diversos portes nas áreas de desenvolvimento e desenho urbano.

renataherculano@yahoo.com.br

Sobre as autoras e os autores

Sílvio Romero Fonseca Motta é graduado em Arquitetura e Urbanismo pela UFMG, Mestre em Construção Civil pela UFMG e Doutor em Arquitetura pela UFMG. Desenvolve pesquisa de Pós-doutorado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. É professor adjunto licenciado do curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas e professor convidado na Especialização em Construção Civil da UFMG. Arquiteto fundador do escritório de projetos |beparametric|. Tem experiência em Arquitetura e Urbanismo, principalmente nos temas: processos de projeto paramétricos, arquitetura da paisagem, sistemas estruturais, sustentabilidade, construção civil e BIM.

silvio.motta@usp.br

Thaíse Sutil é Mestre (2018) e Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), vinculada ao Laboratório de Planejamento e Gestão Territorial - LabPGT. Graduada em Engenharia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS). Tem experiência com uso de Sistemas Geográficos de Informação, Geoprocessamento, Geovisualização e Geodesign. Vem atuando com a temática das Áreas Protegidas com ênfase nas Áreas de Proteção Ambiental (APA), Diagnósticos Socioambientais, Zoneamento e Processos Participativos.

thaise.sutil@gmail.com

Tiago Augusto Gonçalves Mello é graduando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Minas Gerais com período sanduíche na Universidade de Buenos Aires. É vinculado ao Laboratório de Geoprocessamento desde 2020, onde participa de pesquisas relacionadas ao uso de geodesign e geoprocessamento na modelagem e gestão da paisagem urbana e ambiental, e colabora especialmente em estudos relacionados ao clima urbano.

tiagoaugustogm@gmail.com

Sobre as autoras e os autores

Vanessa Tenuta de Freitas possui graduação e mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atua como urbanista desde 2007, tendo experiência em planejamento urbano com foco em Políticas e Projetos Urbanos de Habitação de Interesse Social e de Preservação do Patrimônio Cultural. Foi professora substituta do Instituto Federal de Minas Gerais. Desde 2021, trabalha no ONU-Habitat em Belo Horizonte, Minas Gerais.

vanessa.vtf@gmail.com

Diagramação e arte gráfica

Beatriz Maria Fernandes Araujo é graduanda em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade Federal de Minas Gerais, tendo também um período de intercambio na Universidad de la Republica do Uruguai. Além disso, é vinculada ao Laboratório de Geoprocessamento desde 2021, onde participa de projetos de pesquisa de monitoria e iniciação científica com foco em planejamento urbano através das metodologias do Geodesign, geovisualização e geoinformação.

beatrizmfern@gmail.com

Link do ebook:
https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/

DOI: httsp://dx.doi.org/10.51795/9786526500675

Pedro & João
editores

Não há como dissociar Minas Gerais de suas montanhas, cujo coração está no Quadrilátero Ferrífero. Delimitado pelos picos, serras e colinas, o QF atraiu as atenções e interesses por suas riquezas naturais manifestadas em suas belas paisagens expressivas, onde o mineiro se instalou, extraiu riquezas minerais e construiu um modo de vida. Do alto das montanhas o mineiro olha o mundo e planeja. O mineiro reflete sobre valores materiais e imateriais que estão profundamente associados ao seu olhar, ao seu sentir, ao seu pensar. A mineiridade foi cunhada no berço do Quadrilátero Ferrífero, terra de tantas complexidades e que guarda os segredos do passado, presente e futuro das Minas Gerais.

pedroejoaoeditores.com.br
18 ANOS
democratizando a publicação.
pedroejoaoeditores.com.br

ISBN 978-65-265-0067-5
9 786526 500675