

O arquivo completo do presente relatório pode e deve ser obtido no drive, uma vez que o *upload* limitou o arquivo em sua dimensão. Ler apenas pelo *upload* é uma *redução da qualidade e das informações* contidas do arquivo completo.

Link longo é: <https://drive.google.com/drive/folders/1rHuW187o9t91-K Ohv tjBqf6X5wN eK?usp=share link>

Link curto (que expira com o tempo) é: <http://surl.li/fxrnx>

Acesso pela página do Laboratório:

https://geoproea.arq.ufmg.br/blog/relatorio_fapemig_ppm_00368_18

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 e

FAPEMIG Programa Pesquisador Mineiro PPM-00368-18

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.

1. QUALIFICAÇÃO DO PRINCIPAL PROBLEMA ABORDADO

1.1. 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 discussões 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 Geográficas. 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 intensa 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).

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”.

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*).

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 específico, 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).

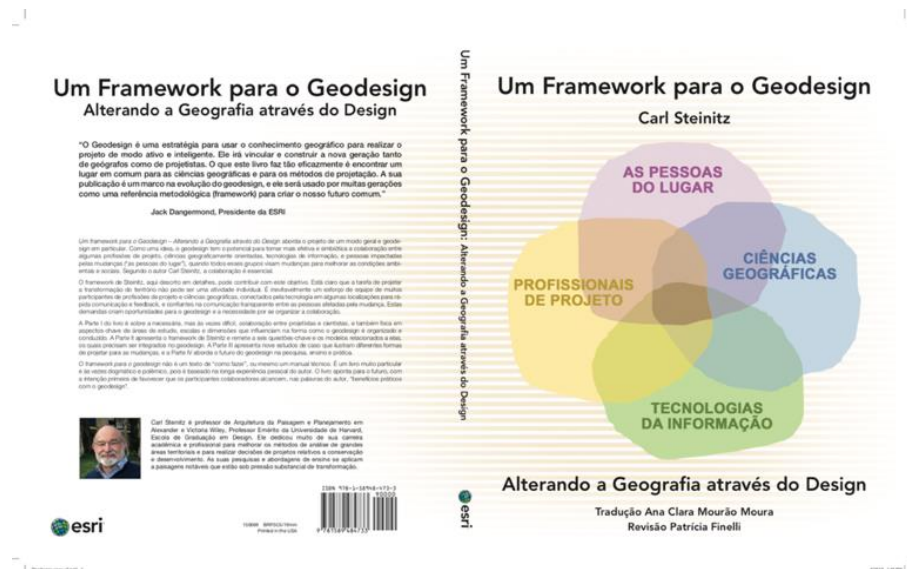


Fig. 1 – Tradução do livro de Steinitz por Ana Clara Mourão Moura, 2016³.

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.

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>

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 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 sobre 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, apoiada pelo CNPq e com suporte da bolsa PPM-Fapemig, a beneficiada pela bolsa e o grupo de pesquisa apresentam 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.
- Realização de um workshop final, 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 importante 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/>

1.2. 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).

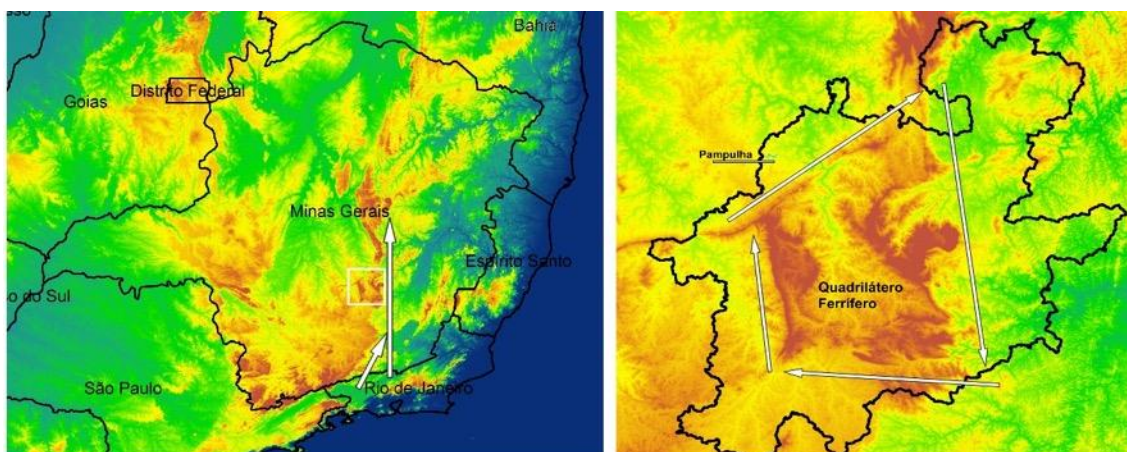


Fig. 03 – Quadrilátero Ferrífero – A ocupação histórica do interior do Brasil: a descoberta dos recursos de minerais e a formação da rede urbana, de valor histórico. A paisagem urbana e ambiental de valor notório.
Fonte: a autora, Prof. Ana Clara M. Moura.

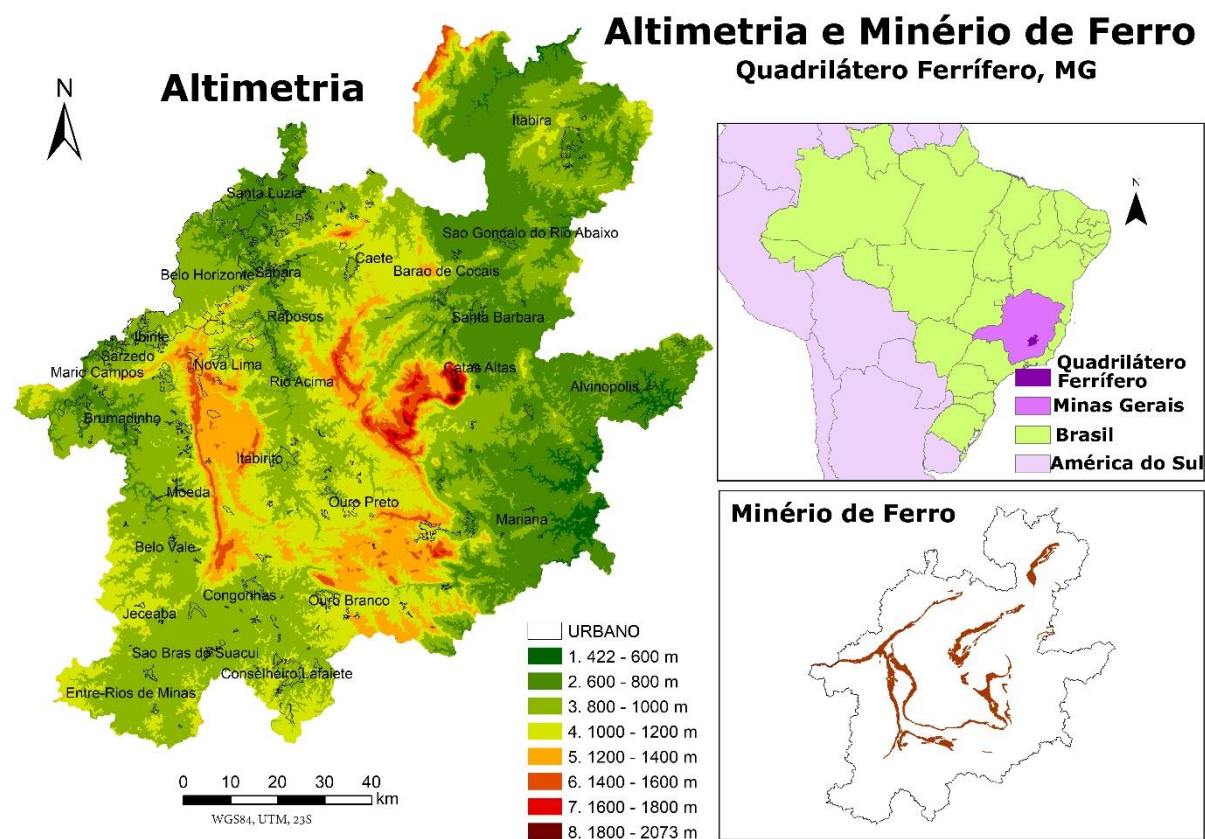


Fig. 04 – Quadrilátero Ferrífero – A paisagem topográfica. Fonte: MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

A região do Quadrilátero Ferrífero, entendida como unidade geológica, está localizada 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, Nova 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 e bolsa PPM-FAPEMIG 2018 (Fig. 06).



Fig. 06 – Logotipo do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG. Visite o site: <http://geoprocea.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).

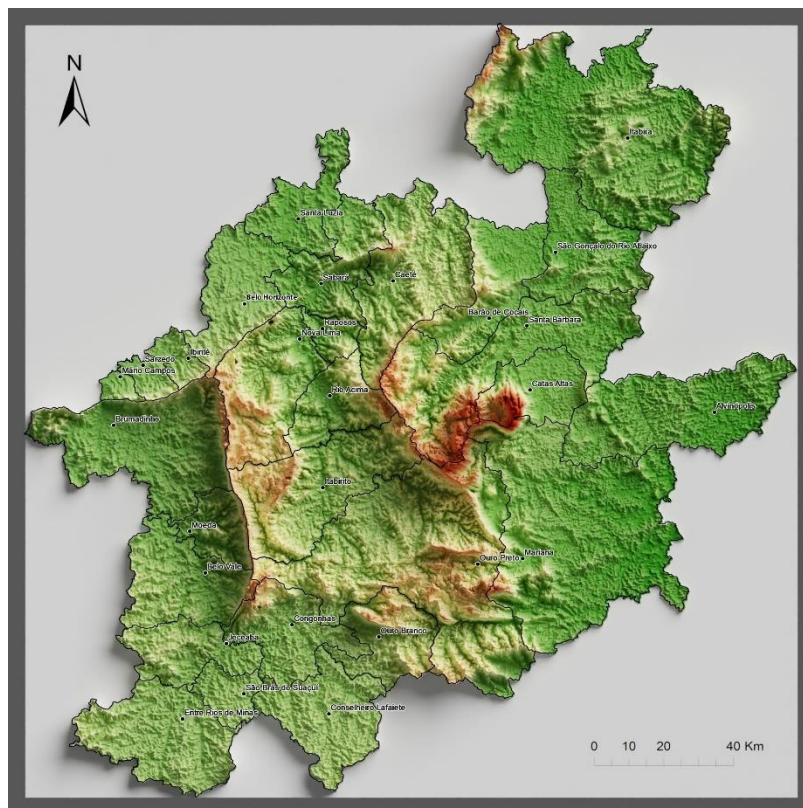


Fig. 07 – Recorte Quadrilátero Ferrífero – área de estudo definida pelos limites municipais, e não apenas pelo corpo ferrífero. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG.

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 estratégico 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

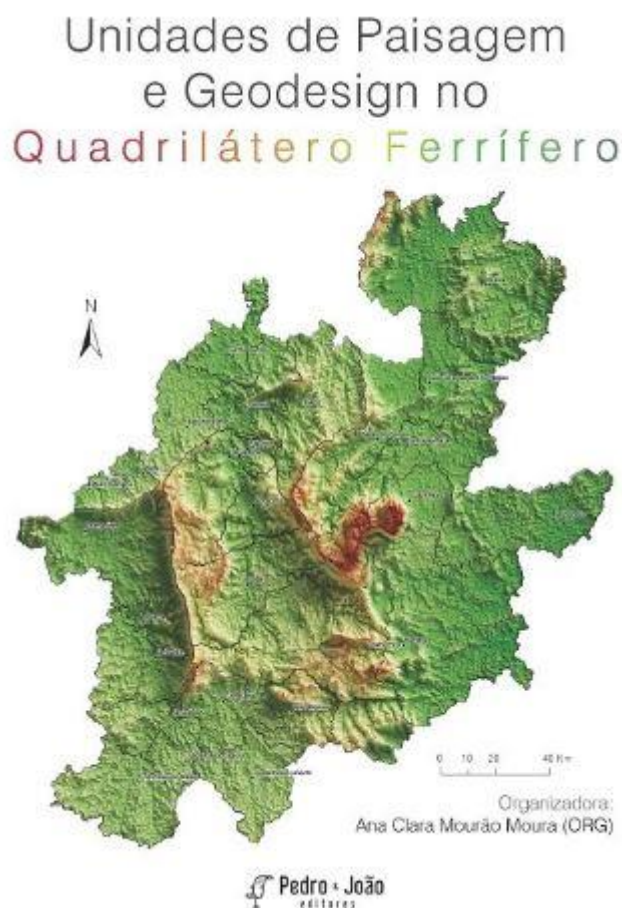


Fig. 08 – capa do livro: MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675. Disponível em: <https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferrifero/>

1.3. 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-UFGM, 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.

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>

2. OBJETIVOS E METAS PROPOSTOS – TODOS PLENAMENTE ALCANÇADOS

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.

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, 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, as 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 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.

3. 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:

- Aglomerados Subnormais
- Aglomerados Urbanos
- Alfabetizados

- Área Vista a Partir de Mirantes
- Áreas transformadas pela mineração a céu aberto
- Bacias Hidrográficas
- Bens Patrimoniais associados à atividade minerária
- Classificação Oficial Níveis de Bacias pela Agência Nacional das Águas
- Cobertura do solo
- Coleta de Lixo
- Conexões entre aglomerados urbanos
- Cristas e Serras de Ampla Visibilidade
- Cursos e corpos d'água
- Densidade de cabeceiras
- Densidade de drenagem
- Densidade de outorga de águas
- Densidade Populacional
- Direito de Lavra na Mineração
- Direito de Pesquisa na Mineração
- Domicílios próprios quitados
- Eixos de Trilhas, trekking e mountain bike
- Escolas
- Estradas e Vias Urbanas
- Estradas segundo Acessibilidade Turística
- Estratigrafia Geológica agrupada segundo análises
- Faixas de Estradas
- Fragmentos de vegetação – área núcleo
- Fragmentos de vegetação – conectividade
- Fragmentos de vegetação – fator de forma
- Hierarquia Urbana
- Índice de Concentração da Rugosidade do Relevo
- Índice de Hack
- Índice Geomorfológico de Potencial de Uso da Terra
- Infraestrutura existente (Rede de Água, Rede de Esgoto, Coleta de Lixo)
- Limite Quadrilátero Ferrífero
- Manchas Urbanas
- Mobilidade de Acessos - Malha Rodoviária segundo padrões
- Mulher Chefe de família
- Municípios/Limites
- Níveis de Visada a partir de pontos notáveis da paisagem
- Nível de verticalização da ocupação urbana
- Novos Assentamentos e Urbanizações
- Percentual de Idosos
- Percentual de Jovens
- Pontos de Interesse de Patrimônio Cultural
- População Preta
- Postos de saúde
- Potencial de Recarga Aquífera
- Potencial de Uso Urbano por Riscos Geológicos
- Potencial de Uso Urbano por Riscos Geológicos
- Qualidade das águas
- Recorte Topográfico de Topos - Picos de Serras de Interesse Visual
- Rede de esgoto
- Relevo/Altimetria

- Renda Média
- Risco à ocupação urbana
- Risco de Contaminação de Aquífero
- Risco de Ocupação segundo Declividades
- Riscos de Barragens
- Serras Relevantes e Conjunto Topográfico para Patrimônio Cultural
- Sítios Classificados como Pontos de Interesse de Visitação
- Soma de todas as visadas e separadas pelo tipo de paisagem vista
- Sub-bacias e pontos de outorga
- Temperatura Diurna
- Temperatura Noturna
- Tipologia de Ocupação – morfologia urbana regular e irregular,
- Tipologia de ocupação urbana
- Tipos de Extração Mineral
- Tipos principais de Vegetação
- Unidades de Conservação de Proteção Integral
- Unidades de Conservação de Uso Sustentável
- Unidades Geomorfológicas classificadas a partir de unidades de relevo pela CPRM
- Vulnerabilidade à Erosão

A ampla coleção se encontra totalmente disponível na página:

<https://geoproea.arg.ufmg.br/relatorios/cnpq-fapemig/mapas>

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.

As 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

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.

Cabe informar que quando do desenvolvimento da tese de Christian Freitas já estávamos desenvolvendo o projeto CNPq citado, mas não sabíamos se a bolsa PMM Fapemig seria implantada, uma vez que houve muito atraso em seu início. Ela tem código de 2018, mas só foi implantada em 2020. Desta forma, a tese produziu material de interesse da bolsa PPM-00368-18, mas acabou não citando o recurso, por ele não estar disponível, de fato, quando de seu desenvolvimento.

Contudo, já em etapa de apoio real PPM-00368-18, foi promovido um 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 caracterização da área de estudo foi colocada na plataforma *web-based*, e o princípio de *crowdsourcing* 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://pedrojoaoeditores.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;

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.

Cabe informar que quando do desenvolvimento da tese de Ítalo Sena já estávamos desenvolvendo o projeto CNPq citado, mas não sabíamos se a bolsa PMM Fapemig seria implantada, uma vez que houve muito atraso em seu início. Ela tem código de 2018, mas só foi implantada em 2020. Desta forma, a tese produziu material de interesse da bolsa PPM-00368-18, mas acabou não citando o recurso, por ele não estar disponível, de fato, quando de seu desenvolvimento.

No processo da pesquisa geral 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):

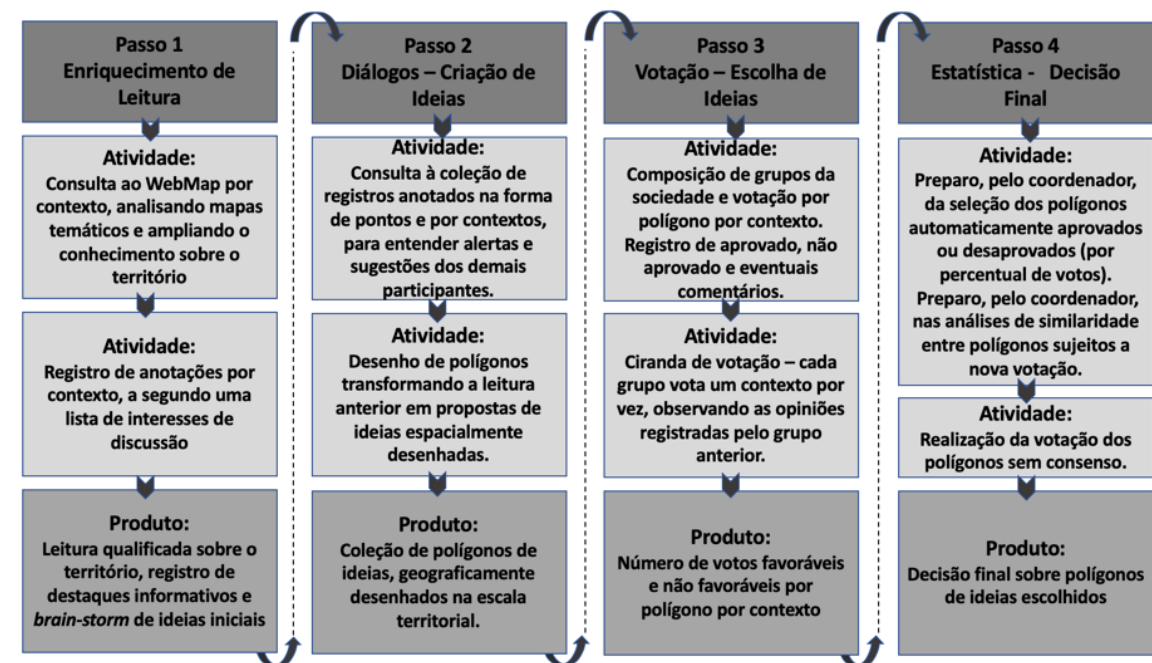


Fig. 09 – Framework de trabalho na plataforma brasileira de Geodesign

Como parte do material organizado para a publicação do 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/>

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

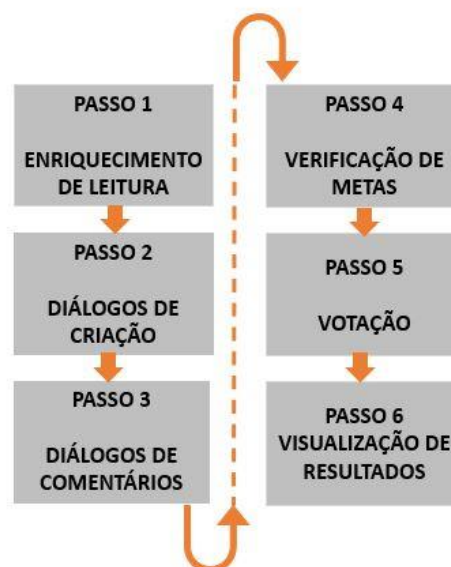


Fig. 10 – Framework otimizada de trabalho na plataforma brasileira de Geodesign. Fonte: MOURA, Ana Clara M. (Org.). Unidades de Paisagem e Geodesign no Quadrilátero Ferrífero. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 610p. DOI: 10.51795/9786526500675

- - 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;

Para a pesquisa geral, apoiada pelo CNPq 401066/2016-9, 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. Do conjunto de 7, na etapa de apoio da **bolsa Fapemig PPM-00368-18** aconteceram um workshop de caráter ambiental e um workshop de caráter social, e o principal workshop, o de integração de propostas que dão base para a identificação de Unidades de Paisagem e de ideias iniciais para um Plano Diretor de Paisagem para o Quadrilátero Ferrífero.

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.

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 5 Dissertações de mestrado ou doutorado, 1 Bolsa de Iniciação Científica ou outras 2 bolsas de graduação.

Há significativa *diferença* entre os números que fomos capazes de citar no relatório CNPq em relação a este relatório Fapemig. Isto porque o projeto CNPq foi mais amplo e teve mais tempo de execução e, principalmente, porque o projeto Fapemig foi implantado *com muito atraso*. Quando recebemos a consulta sobre a implantação do projeto dois anos após a previsão, solicitamos a ampliação do prazo CNPq, para conseguirmos que os processos coincidisse. Desta forma, muitas publicações e produções que poderiam ter sido associadas à Fapemig foram associadas apenas ao CNPq, pois aconteceram antes da implantação real da bolsa PPM-00368-18.

Embora um conjunto de 7 Teses de Doutorado tenham partes de seus desenvolvimentos destinados à pesquisa, em apenas em uma já defendida foi possível citar a PPM-00368-18 e há ainda duas em desenvolvimento. Isto em função do deslocamento de data de implantação do recurso, já mencionado. Das defendidas, 4 delas não citaram o apoio (Nicole Andrade da Rocha, Bruno Amaral de Andrade, Ítalo Sousa de Sena, Christian Rezende Freitas) e uma citou: Danilo Marques de Magalhães. As teses com defesa prevista em 2023 e 2024 serão de José Irley Ferreira Júnior, na temática de parametrização/modelagem paramétrica; e de Ashiley Adelaide Rosa, na temática de Geodesign.

Embora um conjunto de 5 Dissertações de Mestrado tenham partes ou o total de seus desenvolvimentos destinados à pesquisa, em apenas em uma já defendida foi possível citar a PPM-00368-18 e há ainda duas em desenvolvimento. Isto em função do deslocamento de data de implantação do recurso, já mencionado. Das defendidas 2 delas não mencionaram o apoio (Pedro Benedito Casagrande e Renata Nogueira Herculano) e uma citou: Lourdes Manresa Camargos). Estão em processo de desenvolvimento 2 Dissertações de Mestrado, com defesas previstas para 2023 e 2024: Fabiana Carmo de Vargas Viera, na temática de Geodesign, e Flávia Las-Cazas de Brito, na temática de Geodesign e estudos de compensação ambiental na área de impacto do desastre de Mariana, no Quadrilátero Ferrífero.

Tivemos desde o início da pesquisa do CNPq 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, 2022, 2022/2023: Marina Magalhães de Castro, Verônica de Toledo Ramos, Débora Fernandes de Faria (por dois períodos), Camila Fernandes de Moraes, Tiago Augusto Gonçalves Mello (por dois períodos), Beatriz Maria Fernandes Araujo. Contudo, as que coincidem com o período de implantação real dos recursos do PPM-00368-18 foram as a partir de 2020/2021, dos alunos Camila Fernandes de Moraes, Tiago Augusto Gonçalves Mello (por dois períodos), Beatriz Maria Fernandes Araujo e André Meira Chaves.

Destacam-se também os trabalhos de conclusão de curso (TCB) de Camila Fernandes de Moraes e de Tiago Augusto Gonçalves Mello, defendidas em 2022, que foram importantes contribuições à pesquisa e ao PPM-00368-18.

Em síntese, produções acadêmicas que citam o apoio Fapemig PPM-00368-18 foram: uma tese de doutorado, uma dissertação de mestrado, 2 trabalhos de conclusão de curso e atuaram mais diretamente nos anos de apoio Fapemig 4 bolsistas de Iniciação Científica.

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/1kF-gh8KS8nqLwOlt7zVPGZyeE2f7Vz2?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: Constam do relatório **CNPq 401066/2016-9** as publicações de 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.

Como a bolsa **Fapemig PPM-00368-18** teve um atraso considerável na implantação e não coincidiu com todo o tempo do desenvolvimento da pesquisa CNPq, as produções em que a bolsa PPM foi citada são: 1 livro robusto de 610 páginas, 26 capítulos de livros, 11 artigos em revistas nacionais e internacionais, 1 tese de doutorado e 1 dissertações de mestrado (sendo que estão em desenvolvimento mais uma tese de doutorado e duas dissertações de mestrado que serão contribuição ao tema).

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

Realizado e ampliado: 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.

Destaca-se a IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) ampliada na plataforma GISColab, usada para os processos de Geodesign. Trata-se de produto com capacidades de SIG/WebGis contendo 49 mapas iniciais, 26 mapas síntese de análise espacial e os mapas propositivos de Unidades de Paisagem segundo os eixos de investigação (urbano, rural, ambiental, geomorfológico e geossistêmico). Todos disponíveis no livro publicado (Moura, 2022) e no site do laboratório⁵.

⁵ 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
Site do laboratório: <https://geoproea.arg.ufmg.br/relatorios/cnpq-fapemig/mapas>

O PSS (Planning Support System) está associado à nova framework de trabalho proposta para o uso do GISColab (plataforma web-based de Geodesign), na forma de um roteiro metodológico que inclui leitura, análise, proposição de mudança, discussão e verificação de impactos, decisão compartilhada e votação sobre ideias para o território. O mapeamento voluntariado (VGI) faz parte de uma das etapas do PSS (framework de trabalho) no GISColab, quando os participantes fazem o “Enriquecimento de Leitura” e registram suas informações sobre o território. Desta forma, o GISColab incorpora em suas atividades e capacidades os recursos de SIG + PSS + VGI.

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

Realizado e ampliado: Foram desenvolvidos 5 workshops na plataforma GeodesignHub (Ballal, 2015; Ballal e Steinitz, 2015) e 2 workshops na nova plataforma brasileira de Geodesign a GISColab (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 pós-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.

Do conjunto de 7 workshops, na etapa de apoio da bolsa Fapemig PPM-00368-18 aconteceram um workshop de caráter ambiental e um workshop de caráter social, e o principal workshop, o de integração de propostas que dão base para a identificação de Unidades de Paisagem e de ideias iniciais para um Plano Diretor de Paisagem para o Quadrilátero Ferrífero.

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 que resultou no livro publicado sobre Unidades de Paisagem no Quadrilátero Ferrífero.

4. METODOLOGIA PREVISTA E EMPREGADA

A metodologia seguiu os seis passos do Geodesign:

4.1. 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.

Na etapa **bolsa Fapemig PPM-00368-18**, além do conjunto de workshops específicos para o Quadrilátero Ferrífero e que resultaram na publicação do livro e na apresentação de estudos de Unidades de Paisagem e do Plano Diretor da Paisagem, realizamos workshops em áreas fora de Minas Gerais com o intuito de desenvolvimento metodológico e de observação das atuações de diferentes grupos, para verificação de performances dos processos. Destaca-se o importantíssimo estudo desenvolvido em todas as regiões do Brasil, incluindo 14 universidades e 13 regiões metropolitanas. Para o mencionado estudo, o Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG foi encarregado da produção de Modelos de Representação e de Modelos de Processos para todas as áreas, resultando em 40 mapas para cada região metropolitana, o que foram 520 (quinhentos e vinte) mapas. O desafio enfrentado teve o objetivo de provar a escalabilidade e adaptabilidade de nosso método. O estudo foi publicado na reconhecida revista *Sustainability*, Qualis A⁶.

4.2. 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 estudadas 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

⁶ 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>

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.

Cabe destacar também o significativo investimento em capturas de imagens drone do Quadrilátero Ferrífero, cujos trabalhos de campo foram apoiados pela bolsa **Fapemig PPM-00368-18**. Para representar a essência das Unidades de Paisagem do Quadrilátero Ferrífero foram feitos trabalhos de campo que foram fundamentais da definição das áreas de cada unidade, na elaboração de croquis representativos da imagem associada a cada área e, principalmente, capturas drone para imagem em visão isométrica. Tudo isto foi publicado no livro citado, de 610 páginas⁷.

4.3 – 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 para esta 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.

Como evolução do framework de trabalho proposta por Steinitz (2012) nós desenvolvemos o nosso framework, resultante dos muitos testes realizados em workshops de diferentes naturezas, com diferentes grupos de pesquisa e em diferentes recortes espaciais. Por isto constaram da pesquisa não apenas o recorte Quadrilátero Ferrífero, mas sim diferentes recortes, pois a soma das experiências, aplicadas ao princípio de PSS (Planning Support System) resultou na nossa proposta metodológica de

⁷ 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

Geodesign. A principal diferença é que podemos realizar modelos de avaliação, que são resultantes de combinação de variáveis por Análise de Multicritérios, mas eles são entendidos como análises e julgamentos que representam uma opinião de um grupo de técnicos. Para realmente considerar os diferentes pensamentos da sociedade não cabem sínteses precoces, mas sim deixar que cada grupo de participantes (chamados “atores” do Geodesign) componha a sua síntese e apresente a sua opinião. Nesse sentido, publicamos nossas observações sobre esta etapa do método e apresentamos a contraproposta de “Enriquecimento de Leitura”, na qual em lugar de já receberem um mapa único indicando “onde” colocar suas propostas de mudança territoriais, apresentamos uma ampla coleção de mapas resultantes dos modelos anteriores (representação e processo), organizados na forma de uma IDE (um WebGis, Sistema de Informações Geográficas na Web, estruturado como Informações de Dados Espaciais)⁸. Diante da ampla coleção de informações, os participantes fazem o enriquecimento de leitura que é assim chamado porque eles se enriquecem com dados organizados como território, ao mesmo tempo em que registram informações não contidas na base de dados e enriquecem os demais com o que eles sabem sobre a área.

4.4. – 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 + Rhinoceros, 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

⁸ 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.

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.

Cabe também colocar que as mudanças realizadas a partir do nosso framework de trabalho tornaram a etapa de criação de ideias muito mais qualificada e robusta. Isto porque os participantes contam como uma ampla coleção de mapas sobre a área de estudo, na forma de IDE, e ainda com informações adicionadas registradas na forma de anotações pelos demais atores do processo. Com este conjunto de informações eles registram suas ideias na forma de Diálogos, usando pontos, linhas ou polígonos que podem receber codificação por cores, a juízo do coordenador. As ideias devem ter nome e descrição, para que sejam mais bem compreendidas. E a elas devem ser associados atributos que demonstrem que elas estão destinadas a cumprir os objetivos colocados para o workshop (a exemplo da associação de ideias com os ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável).

A criação de ideias, como Modelos de Mudança, no nosso novo modelo de Geodesign, acontecem por contextos, definidos pela organização do workshop e em função de seus objetivos. Eles podem ser, por exemplo, os contextos que atendam à tríade da sustentabilidade: econômico, social e ambiental. Ou mesmo contextos que indiquem valores diferenciados segundo os grupos sociais: moradores ou visitantes da região. Ou mesmo a criação de ideias por contextos temporais: para os anos de 2022, 2030 e 2050. Desta forma, a criação de ideias ficou mais rica, de mais fácil avaliação de sua validade e mais contextualizada em relação aos objetivos do Geodesign. As muitas publicações das nossas experiências a partir de 2020 comprovam isto.

Na etapa de proposição uma questão fundamental é saber lidar com os atores da sociedade e se capacitar para trabalhar em situações de vulnerabilidade, seja ela social, tecnológica ou informacional. Nesse sentido, enfrentamos como parte da etapa o desafio de realizarmos workshops em recortes de escala local no Quadrilátero Ferrífero, em áreas de vilas, favelas e ocupações. O objetivo foi verificar a viabilidade do nosso plano de trabalho (framework, estabelecido como processo planejado – PSS), as potencialidades das ferramentas digitais empregadas (GISColab e Minecraft) e a capacidade de dialogar com pessoas em áreas de fragilidade social, para que elas participassem de processos de leitura cidadã de seus problemas e proposição de ideias para alterações da paisagem. As investigações comprovaram a potencialidade do método e das ferramentas escolhidas para envolver diferentes grupos sociais, mesmo aqueles considerados analfabetos digitais e excluídos do acesso tecnológico. A rica experiência foi publicada com apoio Fapemig na revista internacional Land (Qualis A4)⁹.

4.5 - 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 propuseram 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.

⁹ 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>

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 demonstram isto.

Nos primeiros estudos seguíamos o framework de trabalho de Steinitz (2012) que indicava como positivas as ideias colocadas na posição espacial indicada pelo Modelos de Avaliação, ou seja: se o participante seguisse o mapa que apresentava as áreas com cor verde para “suitable” ou “capable” (muito adequada ou adequada) para receber propostas, a juízo do organizador no workshop, ele tinha sua ideia julgada como de impacto positivo. Caso colocasse a ideia em lugar classificado previamente como “inappropriate” (não apropriado), a sua ideia seria classificada como de impacto negativo. Nos primeiros anos da pesquisa testamos inúmeras vezes este modelo Steinitz, mas sempre com muitas críticas da nossa parte e da parte dos convidados, pois o modelo coloca totalmente nas mãos do corpo técnico coordenador do workshop as decisões sobre o que é ou não “adequado”, o que seria um modelo de planejamento *top-down*. Uma vez testadas e avaliadas as críticas exaustivamente, propusemos então o nosso modo de trabalho, o que é uma importante contribuição da pesquisa.

No nosso modelo de Geodesign, conforme já comentado, não se apresenta aos participantes apenas um mapa síntese indicando onde colocar propostas, mas sim uma ampla coleção de informações, para que ele decida, a partir das dinâmicas de trabalho compartilhado, onde é a melhor posição e qual é a melhor ideia. Assim, o impacto é avaliado através de métricas de mensuração de objetivos propostos. A exemplo, se for colocado como objetivo o incremento de 30% das áreas verdes, apresentados um “widget” (ferramenta) que calcula o acréscimo em área a partir das ideias desenhadas, informando, inclusive, a partir de cada bioma o quantitativo de árvores possíveis para a área e o incremento em crédito de carbono. Caso o objetivo do workshop seja contemplar os ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável) o “widget” irá apresentar um histograma de atendimento a cada um dos 17 objetivos, o que é um indicativo de performance do workshop. Desta forma, o nosso processo é capaz de adaptar o julgamento de adequabilidade a cada workshop, o que é uma prova de adaptabilidade do sistema proposto.

4.6 - 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. Alguns deles ainda na etapa de apoio apenas CNPq, os últimos na etapa de apoio CNPq 401066/2016 e Fapemig PPM-00368-18.

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. **Destaca-se que o produto final do último workshop, o workshop de integração de propostas e criação de Unidades de Paisagem e um rascunho do Plano Diretor da Paisagem do Quadrilátero Ferrífero, é um documento na forma de 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

5. 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 aceite 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 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 verificarmos 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 retratados 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.

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 Quadrilátero Ferrífero, 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. Destaca-se, mais uma vez, a importante publicação final do projeto, contendo toda a coleção de análise e representação das unidades de paisagem de Quadrilátero Ferrífero, assim como proposições que são base para um Plano da Paisagem:

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

6. ORÇAMENTO DETALHADO – este tópico será apresentado pela FUNDEP-UFMG, Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa, mas apresentamos um resumo do extrato em março de 2023:

Valor Liberado em 2021: **R\$ 50.400,00**. Valor executado **R\$47.500,31**, saldo a ser devolvido **R\$ 2.074,13**, valor gasto com custeio **R\$45.210,31** e valor gasto com capital **R\$2.290,00**.

6.1- CUSTEIO - R\$45.210,31

6.1.1 - Diárias – empregadas entre julho e setembro de 2021, para trabalho de campo no Quadrilátero Ferrífero, com o objetivo de realização das imagens por captura drone – valor **R\$ 577,50**.

6.1.2 - Inscrição em Congresso Internacional – R\$ 1.023,36 (180 Euros). ICCSA 2022 - The International Conference On Computational Science and Its Applications. Trabalho selecionado para apresentação: “Multiscale Planning Approach in the Analysis and Proposition of Ecosystem Services”.

6.1.3 - Publicações em revistas internacionais – total de 21.445,82. Revista "Sustainability (Basel)" ISSN 2071-1050 em 06/09/2021 - valor 11.008,33. Revista “Land” ISSN 2073-445X em 04/11/2021 - valor 10.437,49.

Em ambas as revistas publicamos metodologias inéditas e de amplo interesse do emprego do Geodesign no planejamento territorial e de áreas de vulnerabilidade social. No primeiro artigo o objetivo foi relatar o teste que fizemos em 13 regiões metropolitanas brasileiras, para avaliação do potencial da nossa plataforma de Geodesign, lançada há pouco e que gostaríamos da opinião e crítica para ajustes vinda de 14 universidades participantes do experimento. No segundo artigo o nosso objetivo foi demonstrar o uso mais desafiador e difícil do Geodesign, como o emprego de nossa plataforma, para áreas de vulnerabilidade social no Quadrilátero Ferrífero.

Primeira publicação - Pagamento de publicação em importante revista internacional "Sustainability". O valor foi de 1710 francos suíços. Título do Artigo: “Scalability in the application of geodesign in Brazil: expanding the use of the Brazilian platform to metropolitan regions in transformative-learning planning”.

Como citar: 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>

Segunda publicação - - Pagamento de publicação em importante revista internacional "Land". O valor foi de 1620 francos suíços. Título do Artigo: "Geodesign Experiments in Areas of Social Vulnerability in the Iron Quadrangle, Minas Gerais, Brazil".

Como citar: Moura, Ana C.M., Camila M. Zyngier, Ítalo S. Sena, and Vanessa T. Freitas 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>

6.1.4 - Aquisição ou Assinatura de Softwares – total de 22.183,63

- **Licença Sistema ArcGIs + CityEngine por um ano, em julho de 2021** - Pagamento Nf. 2760 Imagem Geosistemas e Comercio Ltda. Pedido: 1385858 SC: 2 - Renovação da licença do pacote ArcGIS + Aplicativo CityEngine, principal software utilizado no laboratório de geoprocessamento e na pesquisa apoiada pela Fapemig. Ampliação da licença por 1 ano, para os computadores do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG. **Valor: R\$ 8.488,36**

- **Licença Sistema ArcGIs + CityEngine por um ano, em novembro de 2022** - Pagamento Nf. 5649 Imagem Geosistemas E Comercio Ltda. Pedido: 1482021 SC: 10 - Renovação da licença do pacote ArcGIS + Aplicativo CityEngine, principal software utilizado no laboratório de geoprocessamento e na pesquisa apoiada pela Fapemig. Ampliação da licença por 1 ano, para os computadores do Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG. **Valor: R\$ 9.465,27.**

- **Licença de 3 unidades do software Microsoft 365 Proplus** - Licença Desktop, Licença Permanente. Pagamento Nf. 190 Backup Manutencao E Distribuicao De Produtos De Informatica Eireli. Os softwares se destinaram a redação de relatórios e documentos, montagem de apresentações para as reuniões de Geodesign e apresentações em eventos, e organização de planilhas para as atividades de geoprocessamento. Pedido: 1385858 SC: 1. **Valor: R\$ 780,00**

- **Licença de 3 unidades do software Adobe Acrobat Pro Dc, Licença Desktop, Licença Permanente.** Os softwares se destinaram à criação e edição de arquivos pdf para publicações e relatórios, sobretudo, para uso de processos de assinaturas digitais. Pagamento Nf. 6225 Mapdata Tecnologia, Informatica E Comercio Ltda. Pedido: 1385858 SC: 1. **Valor: 3.450,00.**

6.2- CAPITAL - R\$2.290,00

6.2.1- Material Permanente/Equipamentos - Aquisição de um microcomputador - Microcomputador Desktop Core I7, 16Gb Ram, Placa De Vídeo Nvidia 2G, Hd 500Gb. Não foram necessários mouse, teclado e monitor. Valor: 2.290,00

Custos Operacionais – R\$2400,00

Obs.: Relatório financeiro e recibos comprobatórios farão parte da prestação de contas da Fundep junto à Fapemig.

6.3. O que a Fapemig não apoiou, e que tivemos que arcar com os nossos recursos:

- A publicação do livro de 610 páginas contendo todo o material produzido na pesquisa. Não conseguimos apoio, pois seria necessário provar algum recurso de contrapartida, uma vez que a Fapemig não apoia um livro “sozinha”. Diante das dificuldades, a coordenadora pagou, com seus próprios recursos, os custos da publicação, uma vez que ficar sem livro seria impensável para todos os participantes deste longo e importante processo de pesquisa. Não obstante o não-apoio, citamos a Fapemig e o CNPq, uma vez que recursos disponibilizados pelas agências de fomento apoiaram outras atividades da pesquisa.

- Tivemos uma negativa por parte da FAPEMIG que muito nos contrariou: solicitamos o emprego de recursos disponíveis para aluguel de hospedagem de dados na nuvem, um servidor, o que nos foi negado. É bastante estranho que compras de HDs externos, totalmente ultrapassados e de risco para a manutenção de dados e processos digitais, seja um item financiável e um aluguel de hospedagem em nuvem não seja. É um atraso científico, o que demonstra que os valores contemporâneos precisam ser revistos, de modo que a agência de fomento *se informe* sobre o que está acontecendo no mundo dos dados, sobretudo os dados geoespaciais, e *se atualize*. Para nossas atividades de Geodesign, hoje totalmente web-based, seria fundamental hospedar nossos dados de geoprocessamento e nossa plataforma de trabalho online, na qual desenvolvemos os workshops de Geodesign. Com a surpresa da negativa, a coordenadora está pagando, com seus próprios recursos, 1000 reais ao mês por esta hospedagem. É uma tristeza ver que a pesquisa mineira é sustentada pelos pesquisadores. Sem esta hospedagem de dados não seria possível desenvolver a pesquisa.

7. 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.

- O atraso na implantação da bolsa Fapemig PPM-00368-18 em relação ao projeto CNPq 401066/2016 impactou na possibilidade de citação da colaboração da Fapemig em muitas etapas. Contudo, em virtude de nosso compromisso em realizar com competência todas as etapas, elas foram devidamente cumpridas e ampliadas.

8. IDENTIFICAÇÃO DE TODOS OS PARTICIPANTES DO PROJETO

8.1. Relação de participantes: pela pesquisa CNPq, foram de 15 professores universitários ou pesquisadores externos; 8 alunos de doutorado; 6 alunos de mestrado; 4 alunos de graduação. Total de 33 participantes, e esta seria a equipe *caso o tempo de desenvolvimento apoiado pelo CNPq 401066/2016 tivesse coincidido com o apoiado pela Fapemig PPM-00368-18*. Contudo, em função do atraso de implantação do apoio Fapemig, muitos dos colaboradores já haviam terminado sua atuação quando do início do período da bolsa PPM-00368-18. Não obstante, vamos comentar toda a lista de participantes, pois seus trabalhos contribuíram para chegarmos os resultados finais, embora em alguns deles não tenha sido citado o apoio Fapemig, pelos motivos já informados. *O conjunto que teve suas produções associadas à Fapemig foi de 15 professores universitários ou pesquisadores externos; 2 alunos de doutorado; 3 alunos de mestrado; 4 alunos de graduação, total de 24 participantes.*

Professores Universitários e Pesquisadores:

8.1.1. 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)

8.1.2. 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)

8.1.3. 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 realizou 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).

8.1.4. 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)

8.1.5. 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)

8.1.6. 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).

8.1.7. 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).

8.1.8. 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 cidadã. 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)

8.1.9. 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)

8.1.10. 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)

8.1.11. 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).

8.1.12. Camila Marques Zyngier - papel no projeto: ex-aluna de doutorado, ex-professora visitante da EA-UFMG e professora de curso de graduação no IBMEC, que estudou o papel do PSS – *Planning Support System* e de mecanismos de Visualização para a identificação de códigos compartilhados na participação cidadã. 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)

8.1.13. Suellen Roquete Ribeiro – papel no projeto: ex-aluna de graduação e ex-bolsista de Iniciação Científica 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: 8 horas/mês (2h/semana)

8.1.14. 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)

8.1.15. 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:

8.1.16 – 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).

Aluna de doutorado em desenvolvimento que irá citar o apoio Fapemig:

8.1.17 – 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 doutorado que, embora tenham contribuído muito para o projeto, defenderam antes da implantação do recurso Fapemig e, portanto, não citaram a pesquisa, e não computam números para o relatório:

. 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. Seu importante trabalho foi concluído antes da implantação do apoio Fapemig, então foi citado apenas o apoio CNPq.

. 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. Seu importante trabalho foi concluído antes da implantação do apoio Fapemig, então foi citado apenas o apoio CNPq.

. 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 abordam a questão tecnológica. Seu importantíssimo trabalho foi concluído antes da implantação do apoio Fapemig, então foi citado apenas o apoio CNPq.

. 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. Seu trabalho foi concluído antes da implantação do apoio Fapemig, então foi citado apenas o apoio CNPq.

Alunos de Mestrado:

8.1.18. 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: 16 horas/mês (4h/semana).

Alunas de mestrado em desenvolvimento que irão citar o apoio Fapemig:

8.1.19. 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).

8.1.20. 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 em áreas do Quadrilátero Ferrífero, mais especificamente em uma sub-bacia de impacto do desastre de Mariana. Carga horária: 16 horas/mês (4h/semana).

Alunos de mestrado que, embora tenham contribuído muito para o projeto, defenderam antes da implantação do recurso Fapemig e, portanto, não citaram a pesquisa, e não computam números para o relatório:

. 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. Seu importante trabalho foi concluído antes da implantação do apoio Fapemig, então foi citado apenas o apoio CNPq.

. 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. Seu importante trabalho foi concluído antes da implantação do apoio Fapemig, então foi citado apenas o apoio CNPq.

. 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 em muitas de nossas publicações. Seu trabalho foi concluído antes da implantação do apoio Fapemig, então foi citado apenas o apoio CNPq.

Alunos de graduação

No relatório CNPq citamos um conjunto de alunos que estiveram presentes na etapa inicial do processo de pesquisa, mas no presente documento citaremos apenas os que tiveram suas contribuições no período de 2020/2023.

8.1.22. Camila Fernandes de Moraes – 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).

8.1.23. 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).

8.1.24. 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).

8.1.25. André Meira Chaves – papel no projeto: Bolsista de Iniciação Científica CNPq, aluno de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atuou na pesquisa em 2022/2023. Colaborou nos estudos de aplicação de workshop em estudos de caso em escala local e em escala regional/ambiental no Quadrilátero Ferrífero. Carga horária: 80 horas/mês (20h/semana).

9. INDICAÇÃO DE COLABORAÇÕES OU PARCERIAS JÁ ESTABELECIDAS COM OUTROS CENTROS DE PESQUISA NA ÁREA

A Universidade Federal de Minas Gerais possui acordo científico assinado com a POLITO (Politécnica de Torino) e, conseqüentemente, 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 científico 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.

10. 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 CNPq 401066/2016-9 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 científico 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 científicas desenvolvidas no âmbito do Laboratório.

Homepage Laboratório de Geoprocessamento da EA/UFMG: <http://geoprooea.arq.ufmg.br/>

Como a assinatura do software ArcGis/City Engine é anual, e a pesquisa teve um longo período de desenvolvimento, a licença inicial adquirida com o apoio CNPq 401066/2016-9 precisou ser complementada em mais de uma vez (por duas renovações, cada uma de um ano) pelo apoio FAPEMIG PPM-00368-18, o que foi fundamental. Sem esta ampliação de licença não poderíamos ter desenvolvido a pesquisa.

O projeto FAPEMIG PPM-00368-18 também apoiou a aquisição de licenças dos softwares Adobe Acrobat e o pacote Microsoft Office, fundamentais para a redação e organização de nossas publicações.

11. RECURSOS FINANCEIROS DE OUTRAS FONTES QUE FORAM APORTADOS PELOS EVENTUAIS AGENTES PÚBLICOS E PRIVADOS PARCEIROS

- A pesquisa teve seus recursos e motivações iniciais apoiados pelo 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” Processo 401066/2016-9, Chamada Universal CNPq 1/2016. Através deste projeto conseguimos trazer pesquisadores de universidades americanas e europeias para participarem dos processos de análise e proposição do Geodesign no Brasil; conseguimos assinaturas anuais de softwares (depois renovados com recursos Fapemig do presente projeto) e assinaturas permanentes de outros softwares.

- 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.

12. SOLICITAÇÃO DE UM BOLSISTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA – Contamos com as bolsas de Iniciação Científica distribuídas pela UFMG, todas bolsas CNPq.

13. 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 todas 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.

13.1. 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/10fSG6CzQO_Cld82Okv_v-VYoIQxnfy-s?usp=share_link

Link curto (pode expirar com o tempo): <http://surl.li/fxdot>

Orientações:

https://drive.google.com/drive/folders/1ikF-gh8KS8nqLwOlt7zVPGZyeE2f7Vz2?usp=share_link

Link curto (pode expirar com o tempo): <http://surl.li/fxdoi>

13.1.1 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 2023 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, demonstrando 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:

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

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

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

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 Moraes, Alfio Conti, Bráulio Magalhães Fonseca, Lourdes Manresa Camargos

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

Capítulo 6. UNIDADES DE PAISAGEM RURAL NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, UMA ANÁLISE PRELIMINAR

Alfio Conti, Gustavo Adolfo Tinoco Martinez

Capítulo 7. UNIDADES DE PAISAGEM DE SERVIÇOS GEOSISTÊMICOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Ítalo Sousa de Sena, Danilo Marques de Magalhães

Capítulo 8. UNIDADES DE PAISAGEM AMBIENTAL SEGUNDO VEGETAÇÃO E HIDROGRAFIA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Nicole Andrade da Rocha, Lourdes Manresa Camargos, Camila Fernandes de Moraes, Ana Clara Mourão Moura, Tiago Augusto Gonçalves Mello

Capítulo 9. GEOPROCESSAMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO COM BASE NO CLIMA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Tiago Augusto Gonçalves Mello, Camila Fernandes de Moraes, Ana Clara Moura Mourão

Capítulo 10. PROCESSOS PARAMÉTRICOS PARA OTIMIZAÇÃO DE PERCURSOS RESILIENTES NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

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

Ana Clara Mourão Moura, Alfio Conti, Ítalo Sousa de Sena, Nicole Andrade da Rocha, Danilo Marques Magalhães, Gustavo Adolfo Tinoco Martinez, Christian Rezende Freitas

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”

- Mapas iniciais
- Mapas compostos
- Mapas de Unidades de Paisagem
- Chaves de Classificação da Paisagem
- Estudos Propositivos para as Unidades de Paisagem

13.1.2. PUBLICAÇÃO DE CAPÍTULOS DE LIVROS (26 capítulos publicados, como contribuição à bolsa e com citação Fapemig, embora para o relatório CNPq tenham sido 28):

- OLIVEIRA, Francisco H., LAZARO, Júlia C., MOURA, Ana Clara M., SOARES, M.C., BRAGHIROLI, 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

Capítulo 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. Demonstra 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 César 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 discutir 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. 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](https://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.

- 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.

13.1.3. PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS EM REVISTAS INDEXADAS (TOTAL DE 11 publicações, sendo 8 internacionais e 3 nacionais):

- 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 incluímos 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.

- 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. A publicação foi apoiada pelos recursos Fapemig.

- 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. A publicação foi apoiada pelos recursos Fapemig.

- 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.

- 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.

- MOTTA, S. R. F.; MOURA, A. C. M.; RIBEIRO, S. 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.v14i1.148381>

Artigo cujo objetivo foi a investigação sobre modelagem paramétrica através da construção de algoritmos, com ~ênfase na integração de variáveis por Multicritérios. O objetivo foi 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 um primeiro recorte da regional Pampulha de Belo Horizonte, que está inserida no Quadrilátero Ferrífero, mas compõe área menor para o manuseio de dados e informações. Em artigos posteriores trabalhamos a modelagem em escala maior, a exemplo do que foi publicado no livro de Unidades de Paisagem do Quadrilátero Ferrífero, previamente citado.

- FREITAS, Christian R.; MOURA, Ana Clara M. ETL Tools to Analyze Diagrams' Performance: Favoring Negotiations in Geodesign Workshops. DisegnareCon (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 locais, 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, Livia; 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 (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.

13.1.4. TESES DE DOUTORADO E DISSERTAÇÕES DE MESTRADO:

Teses de Doutorado (1 defendida citando a pesquisa, 1 em andamento, e 4 sem citação que não foram computadas)

- 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.

- 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.

A relação de teses a seguir se refere às que contribuíram significativamente para a pesquisa e foram defendidas a tempo de incluírem citação do projeto CNPq, mas em virtude da demora de implantação do projeto Fapemig, acabaram por não computarem índice para o relatório.

- 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.

- 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.

- 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 usou 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.

Dissertações de Mestrado (1 defendida citando a pesquisa, 2 em andamento, e 3 sem citação que não foram computadas).

- 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.

Estão em andamento:

- 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 agosto 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.

A relação de dissertações a seguir se refere às que contribuíram significativamente para a pesquisa e foram defendidas a tempo de incluírem citação do projeto CNPq, mas em virtude da demora de implantação do projeto Fapemig, acabaram por não computarem índice para o relatório.

- 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 Particular para participarem de experiências de workshop de Geodesign sobre o Quadrilátero Ferrífero. 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 em muitas de nossas publicações.

13.1.5. EVENTOS (CONGRESSOS) na temática da pesquisa:

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.

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

14.1. 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 percursos 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 decisoriais, 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	Precusores 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 decisoriais	Decision Matrix, precusores 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:



	recursos GIS
	geovisualização
	participação cidadã
	Geodesign

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 sido 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 demonstrar 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 decisoriais, 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 metaplaneamento. 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 papéis, 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 metaplaneamento.

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)

14.2. BASES CONCEITUAIS E PRINCÍPIOS SOBRE PREPARAR DADOS E INFORMAÇÕES PARA UM TRABALHO EM GEODESIGN (*state-of-the-art*) – 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 espacial. 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 Ouro 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).

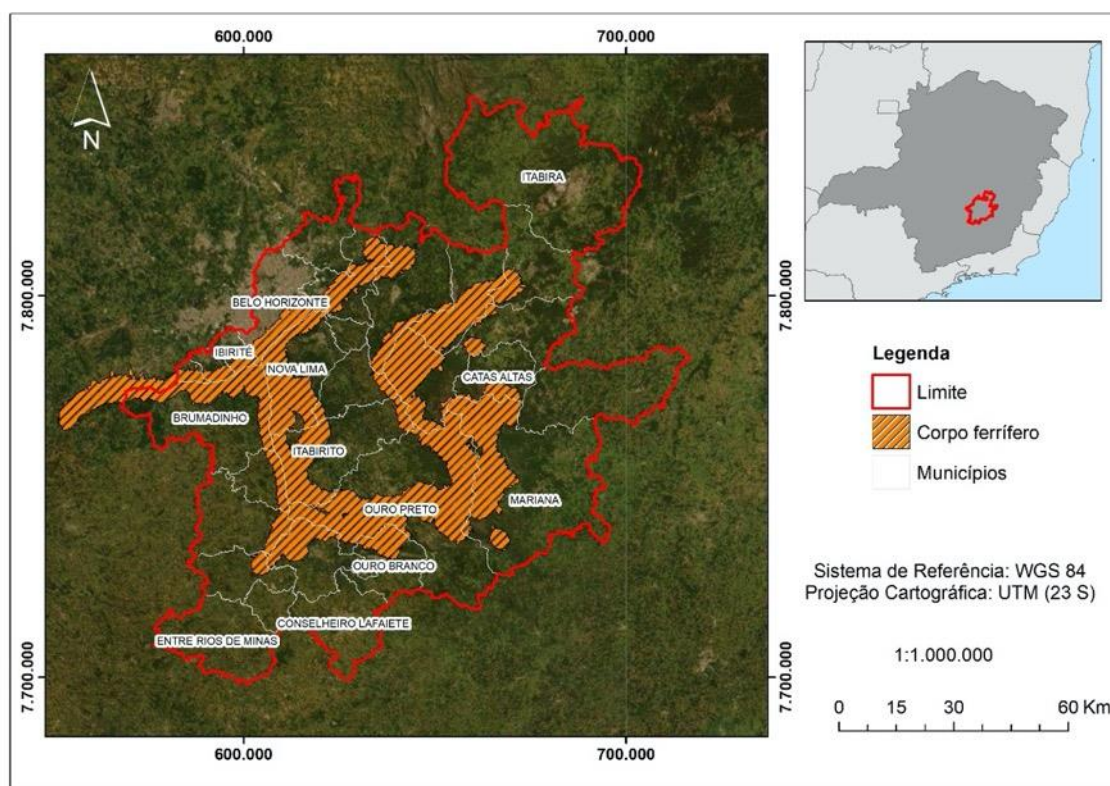


Fig. 12 – Exemplo em que o recorte territorial foi ajustado para atender aos objetivos de investigação: seleção de limites municipais administrativos daqueles que estão mais envolvidos com a atividade de mineração ou seus desdobramentos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento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

14.2.1. 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 possibilidades 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 as palavras *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 topofobia 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 multidimensional.

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).

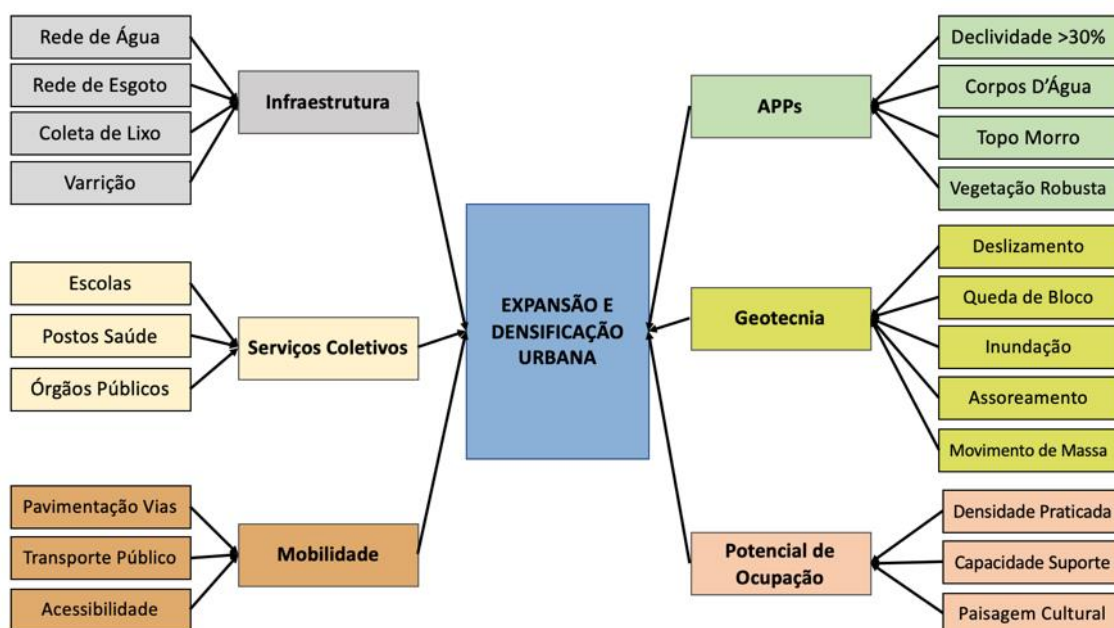


Fig. 13 – Exemplo de Árvore de Decisões. Fonte: elaborado pela autora (2019).

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).

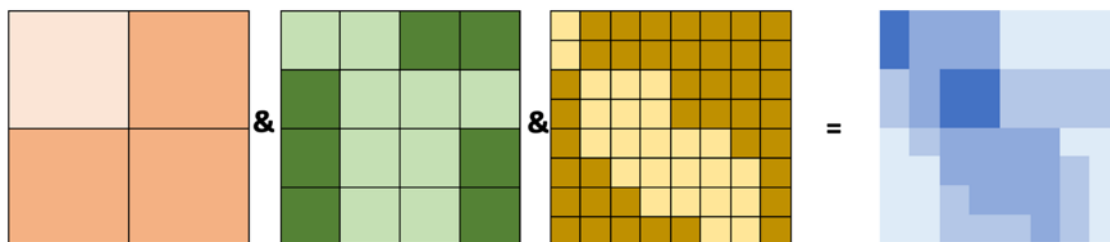


Fig. 14 – A dificuldade em se trabalhar em escalas ou resoluções diferentes

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 das 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).

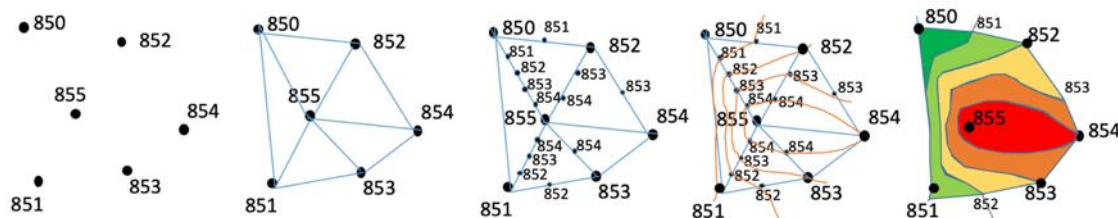


Fig. 15 – Triangulação para fenômenos de distribuição regular. Exemplo da representação topográfica. Fonte: elaborado pela autora (2019).

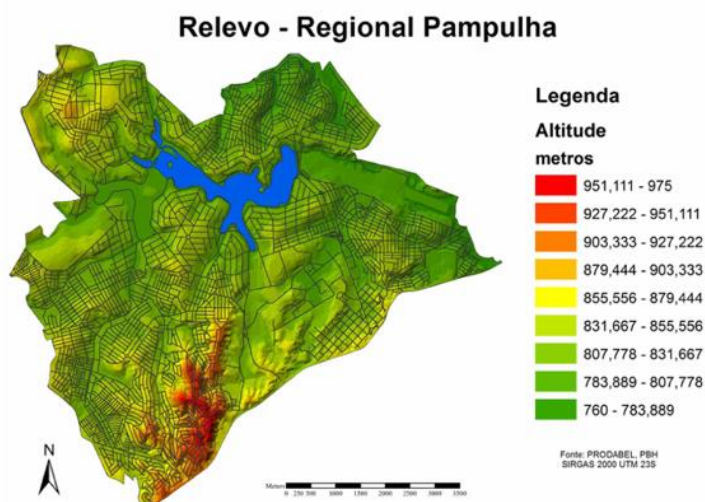


Fig. 16 – Resultado da interpolação e triangulação na representação de relevo da Pampulha, Belo Horizonte. Fonte dos dados (curvas de nível) PBH (Prefeitura de Belo Horizonte). Elaboração da autora (2019).

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 are 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).

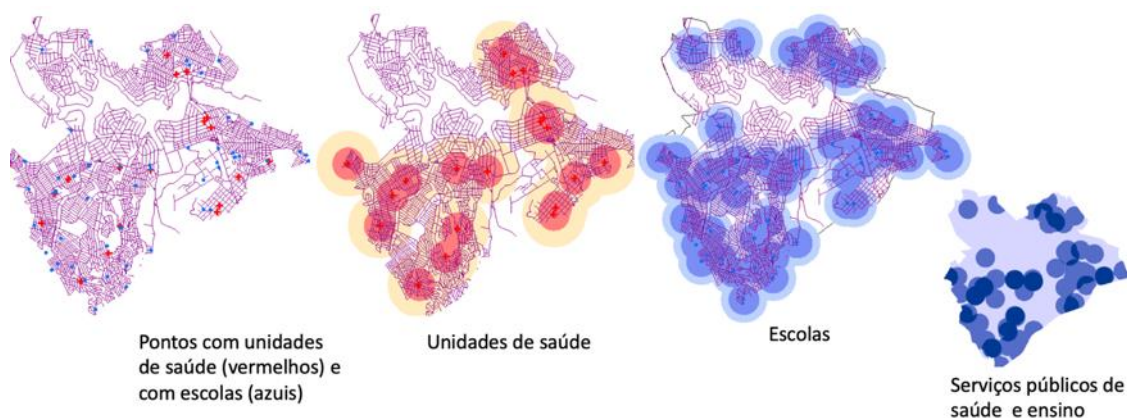


Fig. 17 – Distribuição de unidades de saúde e escolas na Regional Pampulha, Belo Horizonte. Áreas de influência por buffers e integração das camadas. Fonte dos dados: Prefeitura de Belo Horizonte.

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).

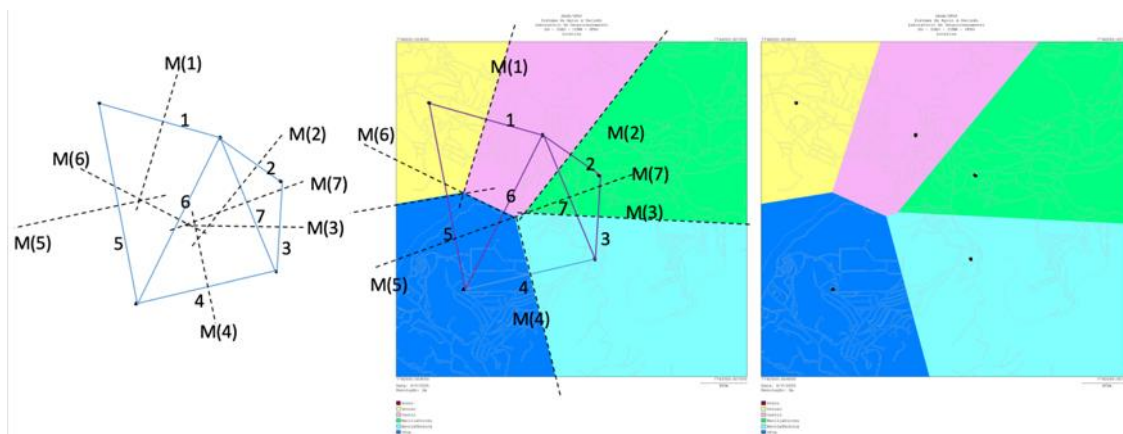


Fig. 18 – A partir de pontos geradores é realizada a triangulação que une todos os pontos entre si, seguido da projeção da mediatriz em cada linha de face de triângulo. M (1) é a mediatriz do segmento 1, M (2) do segmento 2, e daí por diante nos 7 segmentos. Realizada a intercessão entre as mediatrizes 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.

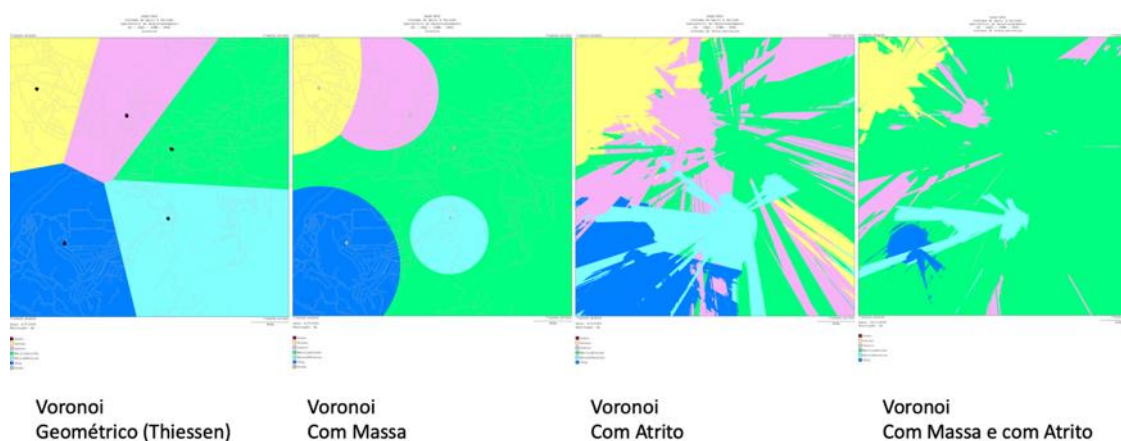


Fig 19. Modelo de Voronoi desenvolvido por Xavier-da-Silva (2001) e disponível no SAGA-UFRJ. Exemplo de área de influência de 5 escolas em Ouro Preto. Fig. a – Voronoi geométrico. Fig. b – Voronoi com Massa. Fig. c – Voronoi com Atrito. Fig. d – Voronoi com massa e atrito. Fonte: Elaborado pela autora,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

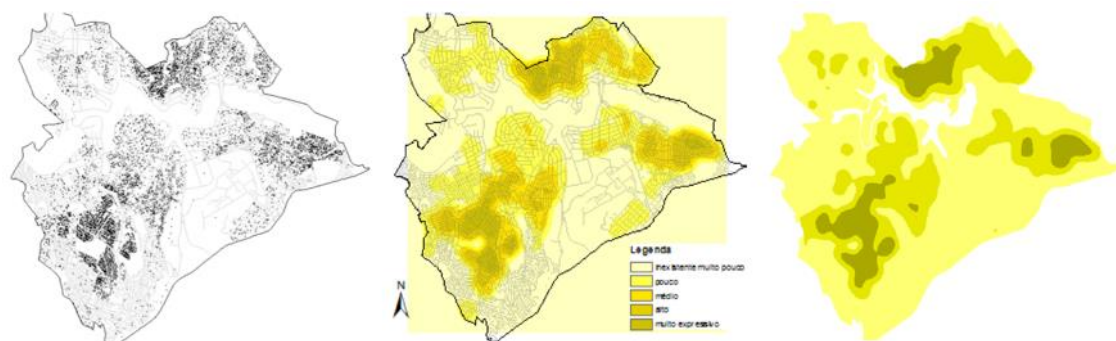


Fig. 20 – Kernel baseado em concentração de ocorrências. Concentração de projetos aprovados para novas edificações – Pampulha, Belo Horizonte. Fonte dos dados: PBH (Prefeitura de Belo Horizonte). Elaborado pela autora (2019).



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).

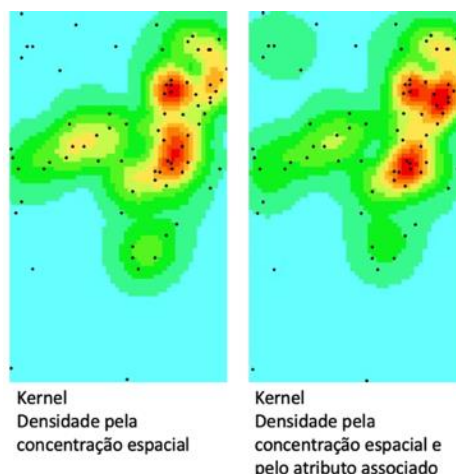


Fig. 22 – Densidade de Kernel calculada apenas segundo a concentração de ocorrências e Densidade de Kernel Ponderada, considerando também um atributo no ponto definidor da massa que é indicativa de incremento de importância. Exemplo de distribuição de pontos de leishmaniose, sendo a figura inicial a 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).

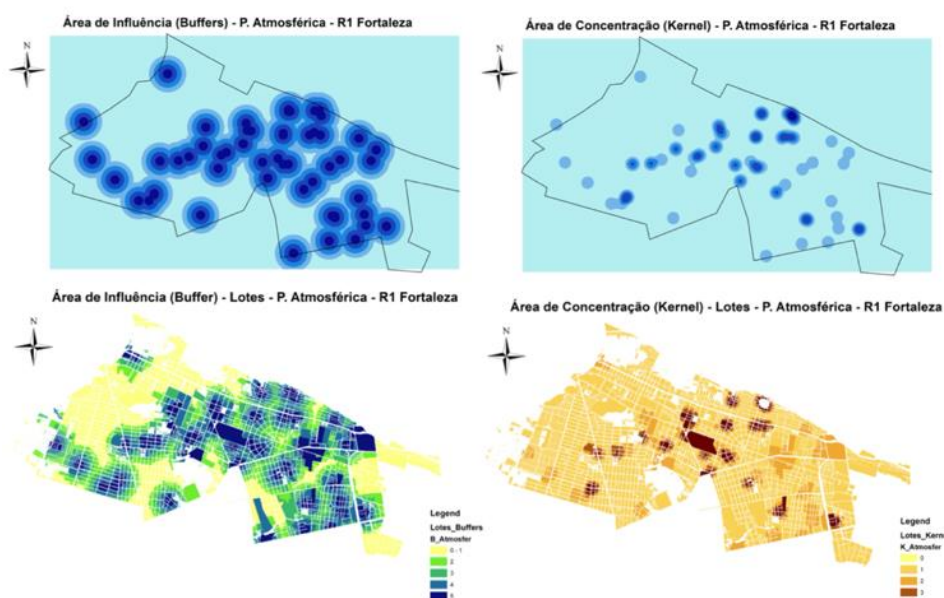


Fig. 23 – Aplicação de áreas de influência de ocorrências de poluição atmosférica através de *buffers* e de densidade de Kernel na regional R1 de Fortaleza. *Buffers* indicam anéis de influência, Kernel indica concentração espacial de registros de ocorrência e as representações são levadas para a escala 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).

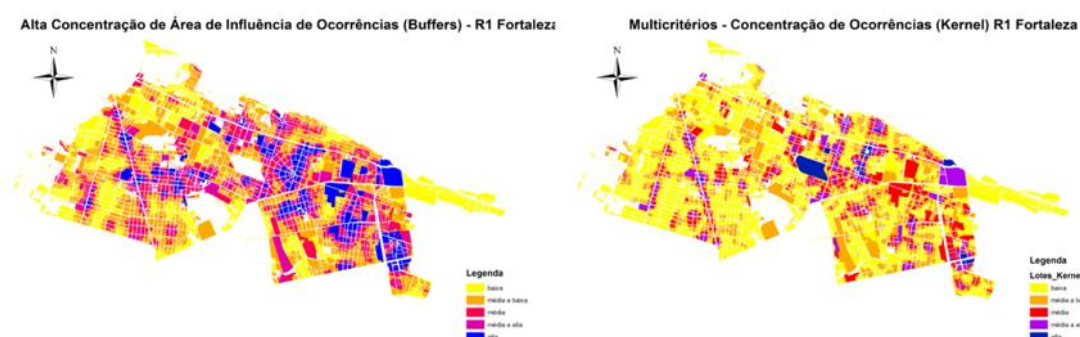


Fig. 24 – Integração de variáveis por Análise Multicritérios. Concentração de áreas de influência de ocorrências de infrações urbanas (6 variáveis) por *buffers* e de densidade de ocorrências de infrações urbanas (6 variáveis) por Kernel. Estudo de caso na R1 de Fortaleza, desenvolvido por Ana Clara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

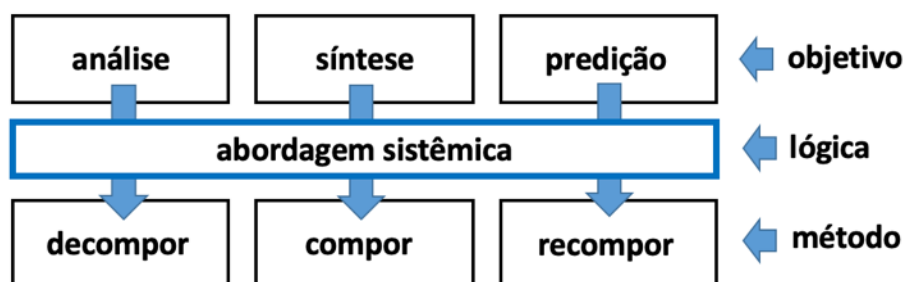


Fig. 25 – Abordagem sistêmica nos processos de análise e síntese e interpretação da realidade territorial (lógica). Ações de decompor, compor e recompor variáveis (método) para compreensão de características, potencialidades e probabilidades (objetivo). Fonte: Elaborado pela autora (2019).

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).

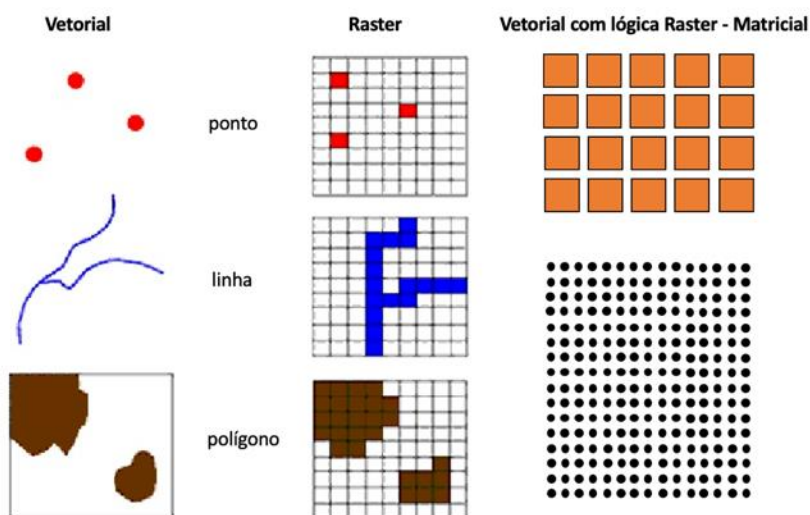


Fig. 26 – Modos de representação das variáveis: vetorial, *raster* ou em lógica matricial (ainda que sendo vetorial). Fonte: Elaborado pela autora (2019).

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).

Tesselation (Mosaico) – definição de grade regular ou irregular e das relações de vizinhança de interesse

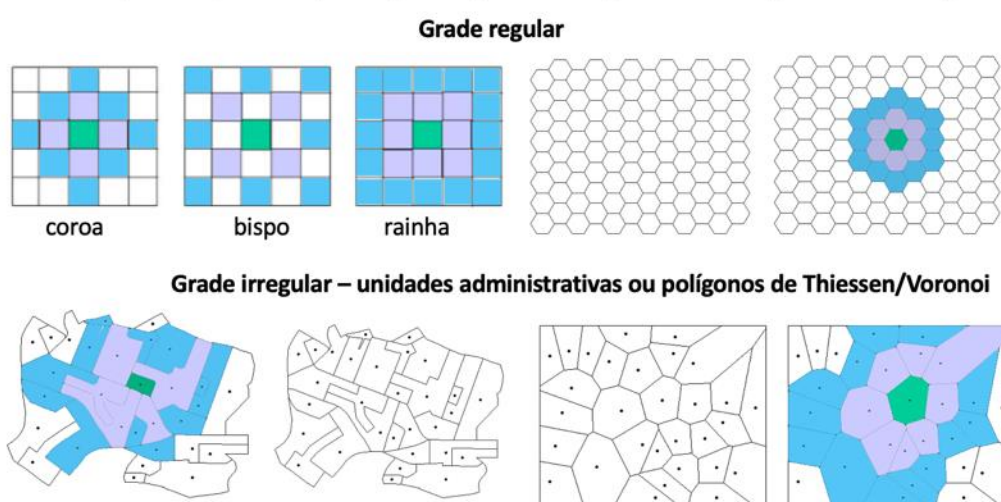


Fig. 27 – *Tesselation* (mosaico) de unidades territoriais por malha regular ou irregular.

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)

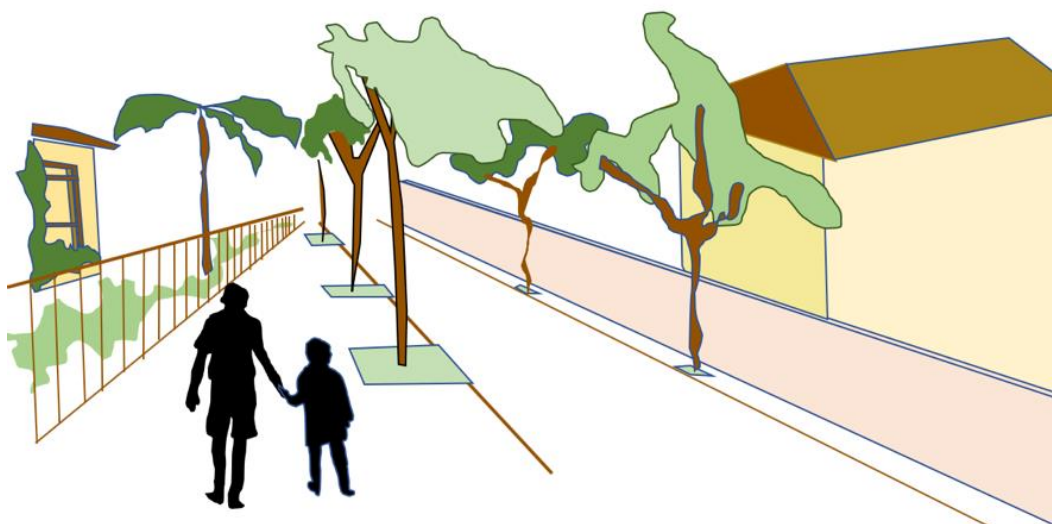


Fig. 28 – Campo de visada no deslocamento da via (rua e passeio): composto pela via e pela porção inicial do lote. Fonte: Elaborado pela autora (2019).

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).

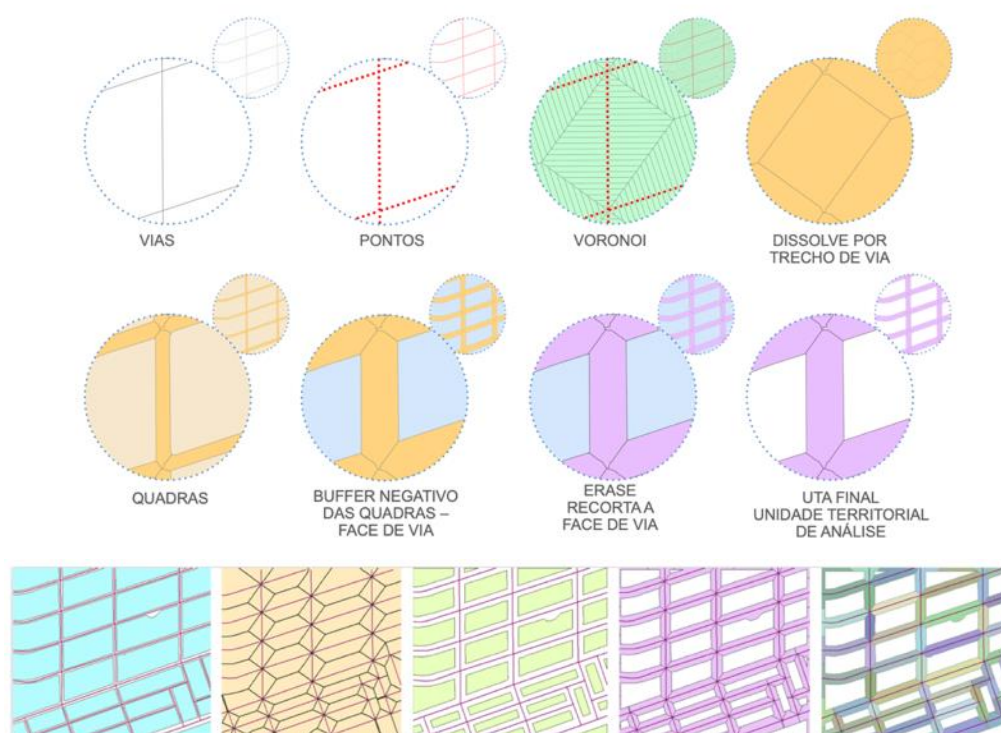


Fig. 29 – Composição da UTA – Unidade Territorial de Análise. Fonte: Santos e Moura, 2019.

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).

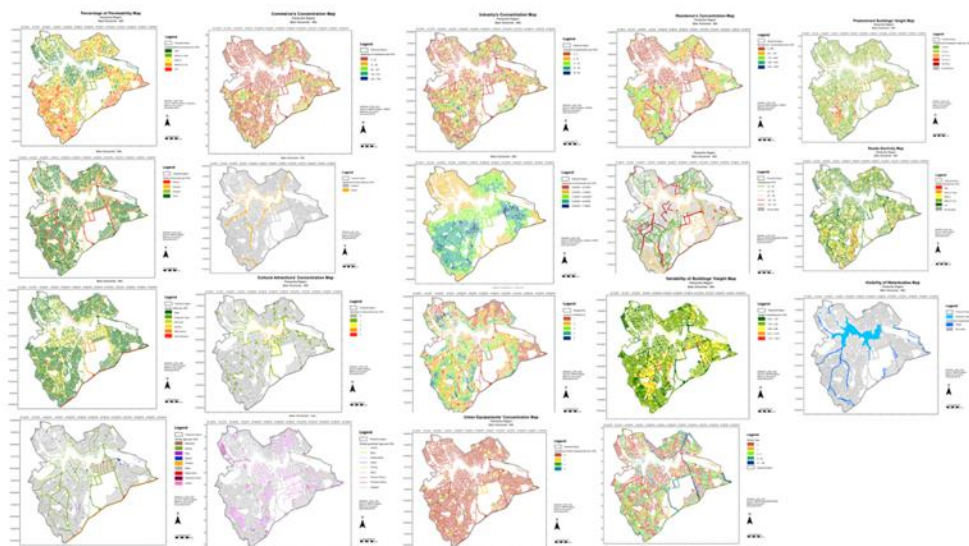


Fig. 30 – Mapeamento das 19 variáveis no trecho da UTA. Para fins de visualização elas estão apresentadas uma a uma, mas no arquivo elas aparecem como atributos numéricos por polígono de Voronoi no trecho de via (na UTA definida). Fonte: Dados cedidos pela PBH (Prefeitura de Belo Horizonte). Elaborado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

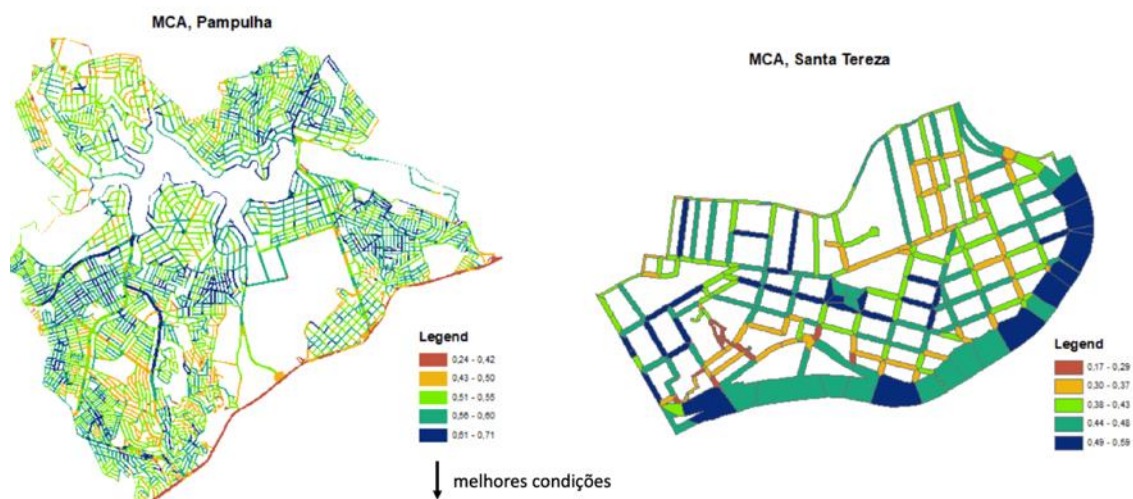


Fig. 31 – Síntese das variáveis por MCA – *Multicriteria Analysis* (Análise de Multicritérios). Exemplo do estudo de caso da regional Pampulha e do bairro Santa Tereza, em Belo Horizonte. Os valores mais altos indicam os trechos de melhores condições (azuis). Fonte: Dados cedidos pela PBH. Elaboração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

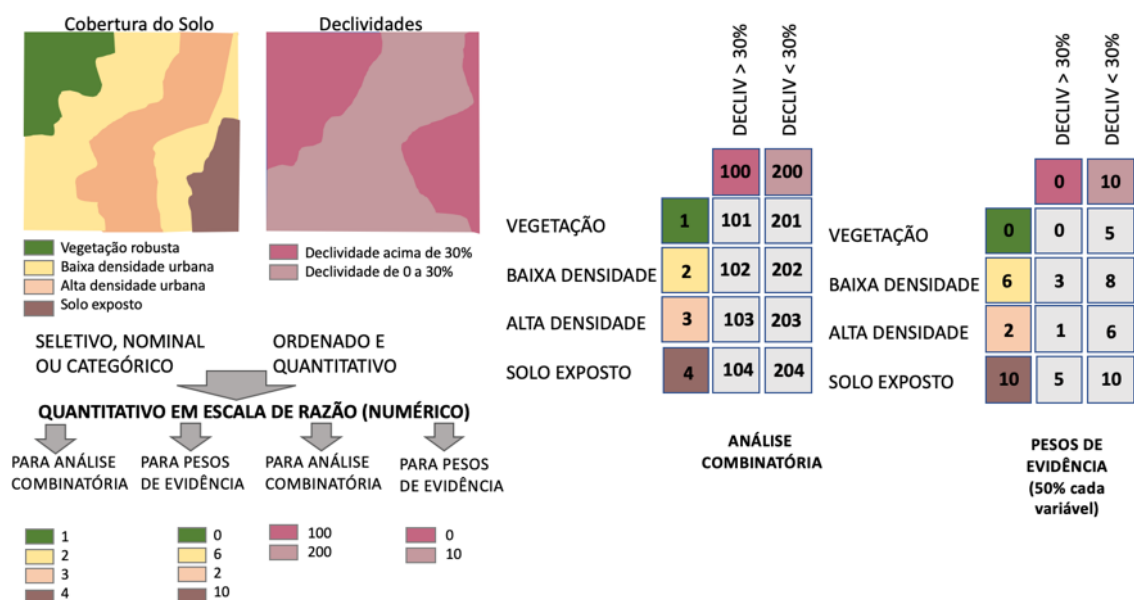


Fig. 32 – Lógica de integração de variáveis – exemplo de cobertura do solo e declividades. O primeiro passo foi transformar a representação qualitativa (seletiva, nominal ou categórica) em numérica (quantitativo) e a representação ordenada e quantitativa também em numérica (razão ou quantitativo). Todas 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).

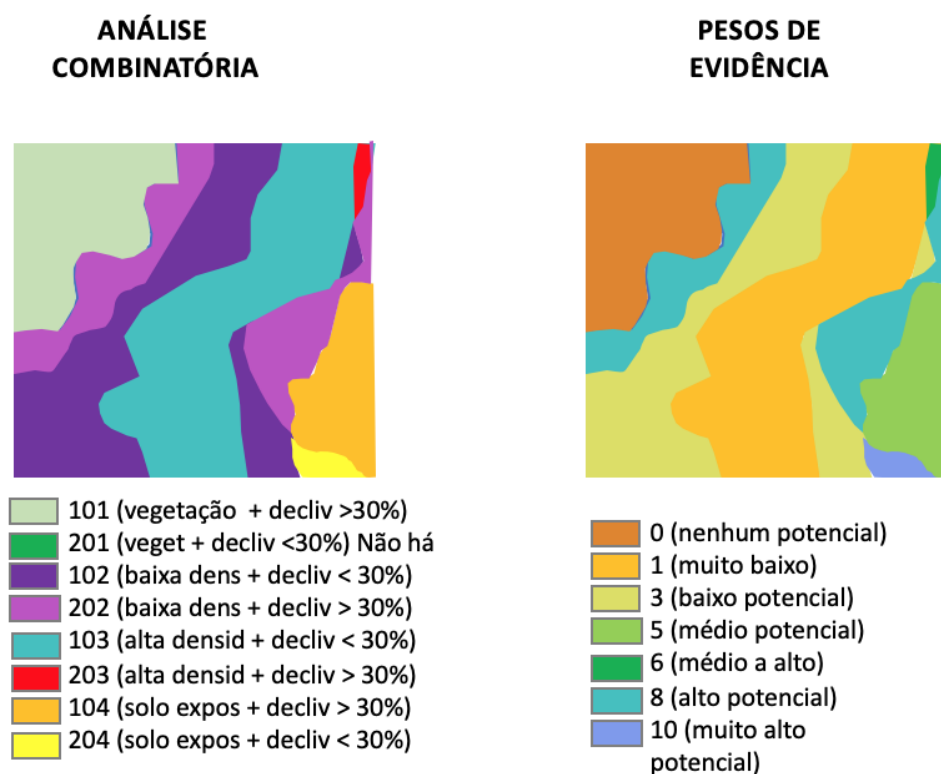


Fig. 33 – Resultado das integrações de variáveis por Análise Combinatória (identifica os arranjos, as combinações de condições possíveis e as existentes) e por Pesos de Evidência (apresenta um ranking classificatório da condição pior para a melhor segundo o motivo de investigação). Fonte: Elaborado pela 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 significado 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).

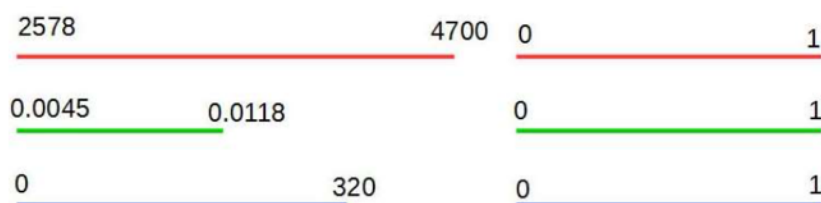


Fig. 32 – Normalização de variáveis para que todas passem a ter o mesmo mínimo e o mesmo máximo, e para que os valores intermediários sejam distribuídos proporcionalmente no intervalo definido. Fonte: Moura e Jankowski, 2016.

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).

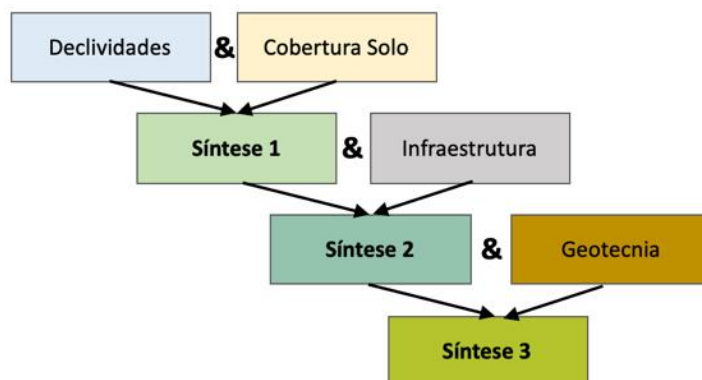


Fig. 35 – Integração de variáveis por lógica booleana e em Análise Combinatória. Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

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)

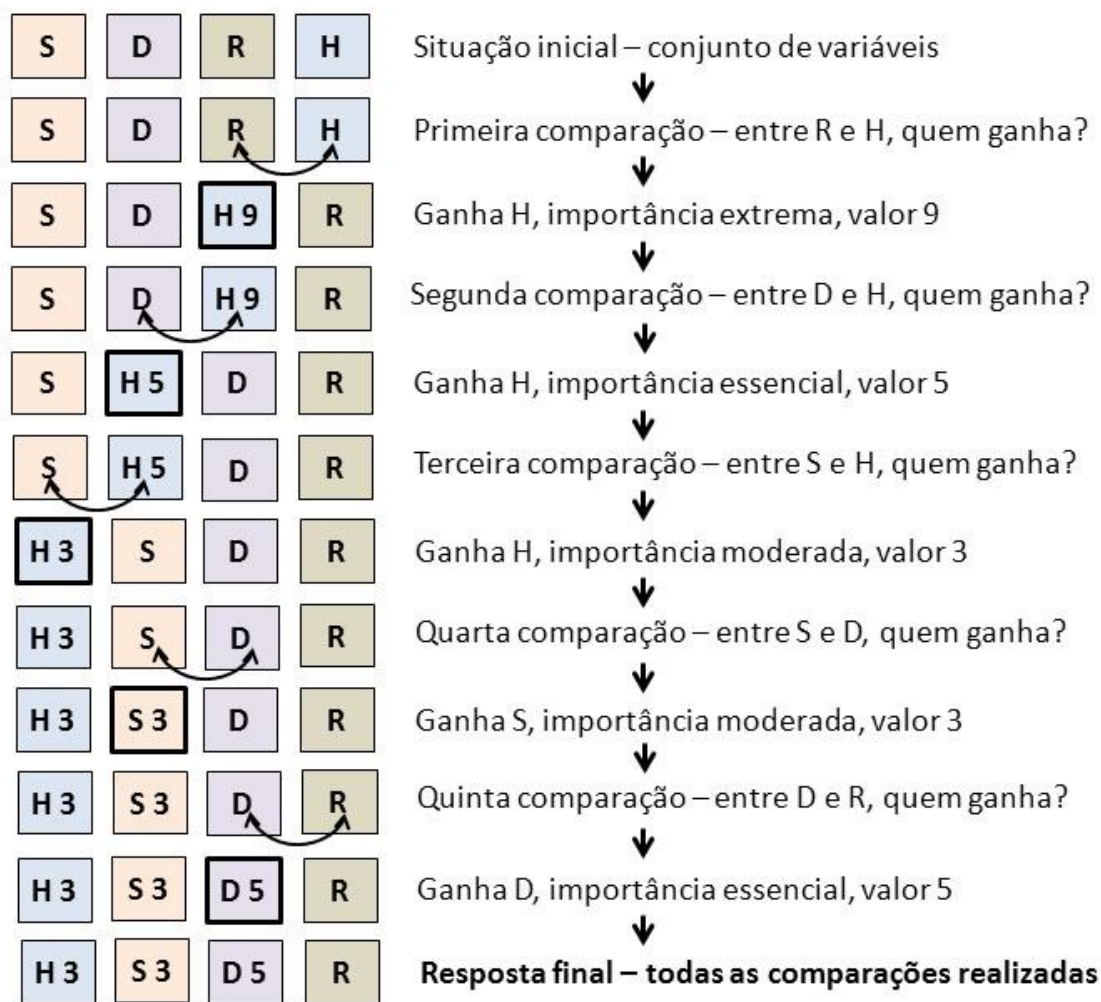


Figura 36 – Exemplo de comparação hierárquica par-a-par. Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

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).

variáveis	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?					
	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).

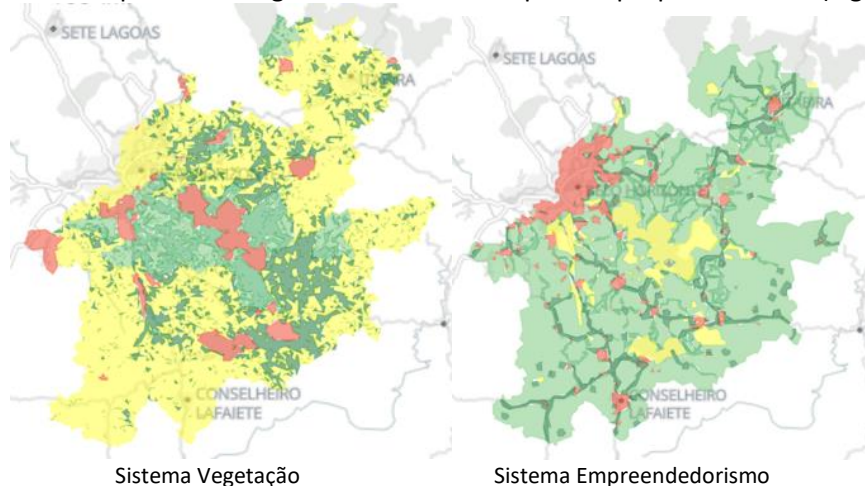


Fig. 40 – O sistema “Vegetação” foi construído por Análise Combinatória e o sistema “Empreendedorismo” por Pesos de Evidência. Estudo de caso de Geodesign para o Quadrilátero Ferrífero, ênfase Ambiental. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com o uso da plataforma GeodesignHub¹⁰.

¹⁰ www.geodesignhub.com.br – plataforma *web-based* criada por Hrishikesh Ballal para suporte ao workshop de Geodesign.

14.2.2. 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).

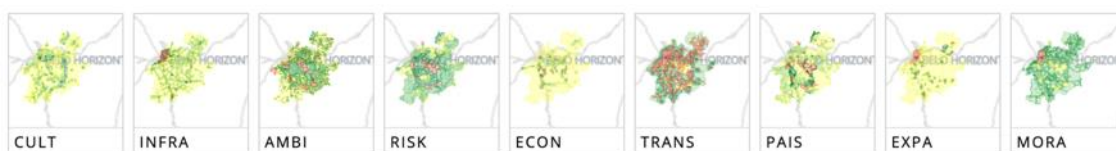


Fig. 41 – Exemplo do conjunto de sistemas, representativos das temáticas principais de discussão no workshop de Geodesign. Estudo de caso Quadrilátero – Interesse Social (Modelos de Avaliação: Cultura, Infraestrutura, Ambiental, Riscos, Economia, Transporte, Expansão Urbana, Moradia). Fonte: Elaborado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

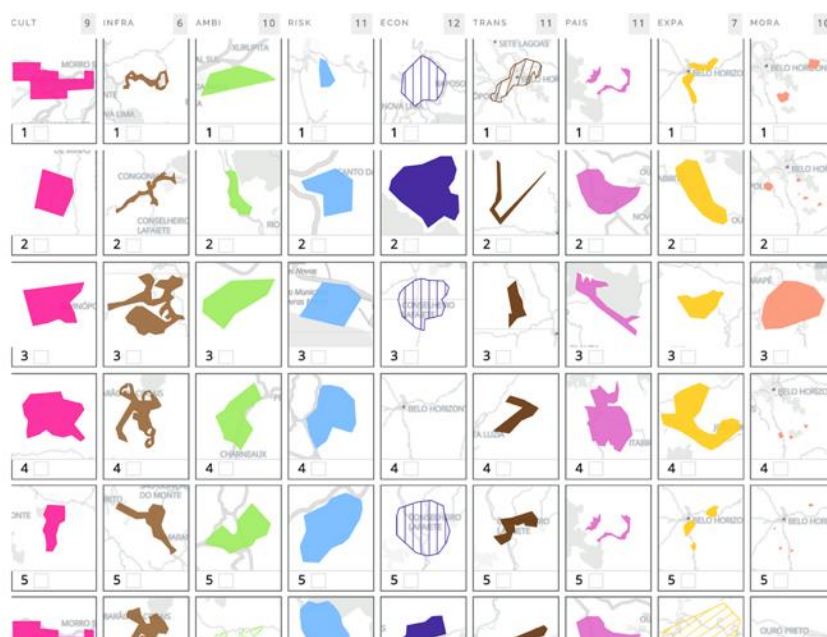


Fig. 42 – Diagramas contendo ideias de políticas e projetos por sistema. O participante deve observar os modelos de avaliação por sistema, pois eles servem como um suporte sobre áreas indicadas para receberem propostas de cada temática. Exemplo do estudo de caso Quadrilátero – Interesse Social. Fonte: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

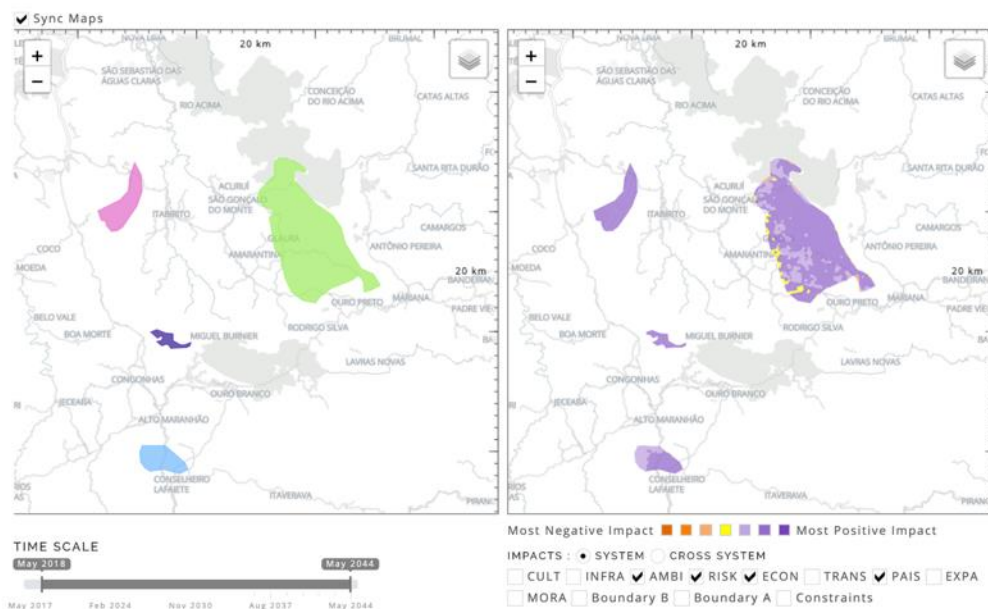


Fig. 43 – Avaliação do impacto das ideias por sistema, e em relação ao próprio sistema. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social e se avaliam diagramas de propostas de temáticas ambientais, riscos, economia e paisagem, verificando que elas estão localizadas adequadamente em relação às suas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

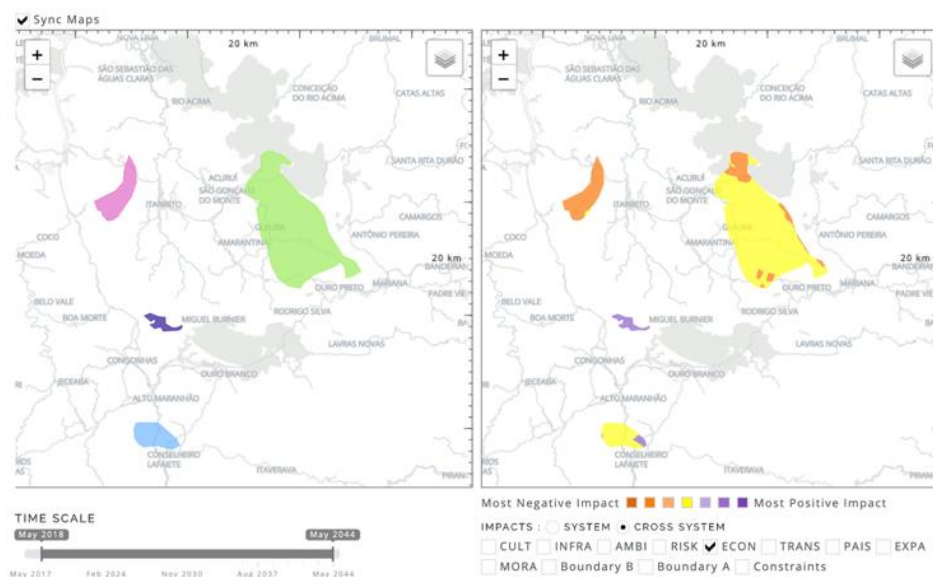


Fig. 44 – Avaliação do impacto das ideias por sistema, e em relação aos demais sistemas. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social e se avaliam diagramas de propostas de temáticas ambientais, riscos, economia e paisagem, verificando que elas estão criando atritos ou conflitos na temática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

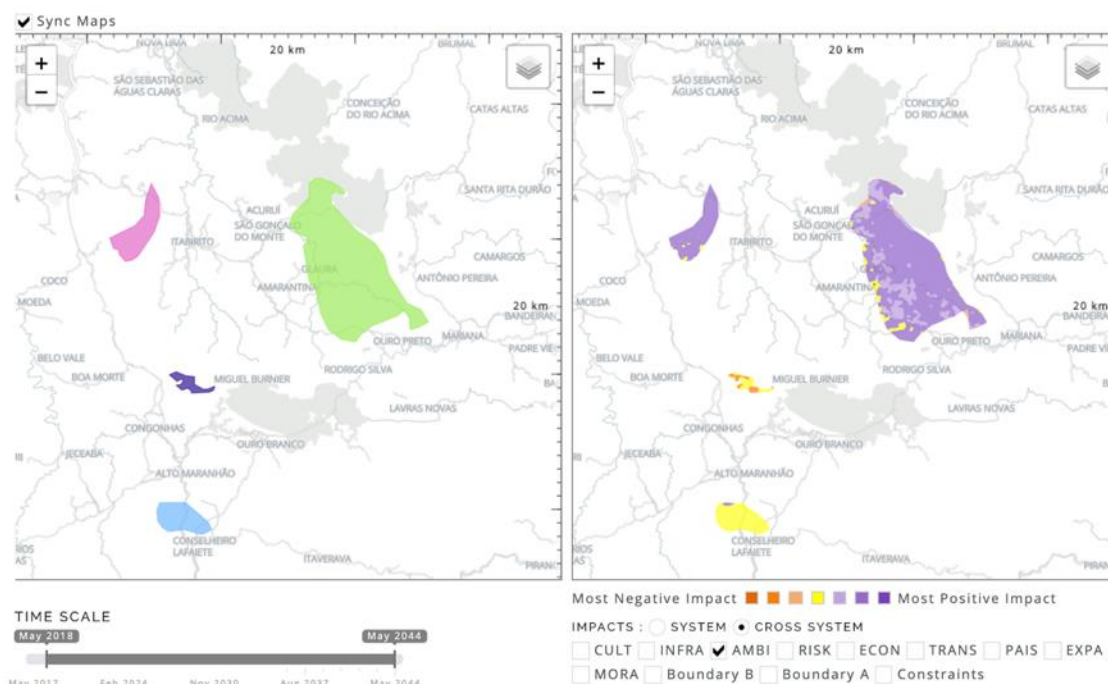


Fig. 45 – Avaliação do impacto das ideias por sistema, e em relação aos demais sistemas. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social e se avaliam diagramas de propostas de temáticas ambientais, riscos, economia e paisagem, verificando que elas não estão criando atritos com o sistema ambiental. 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).

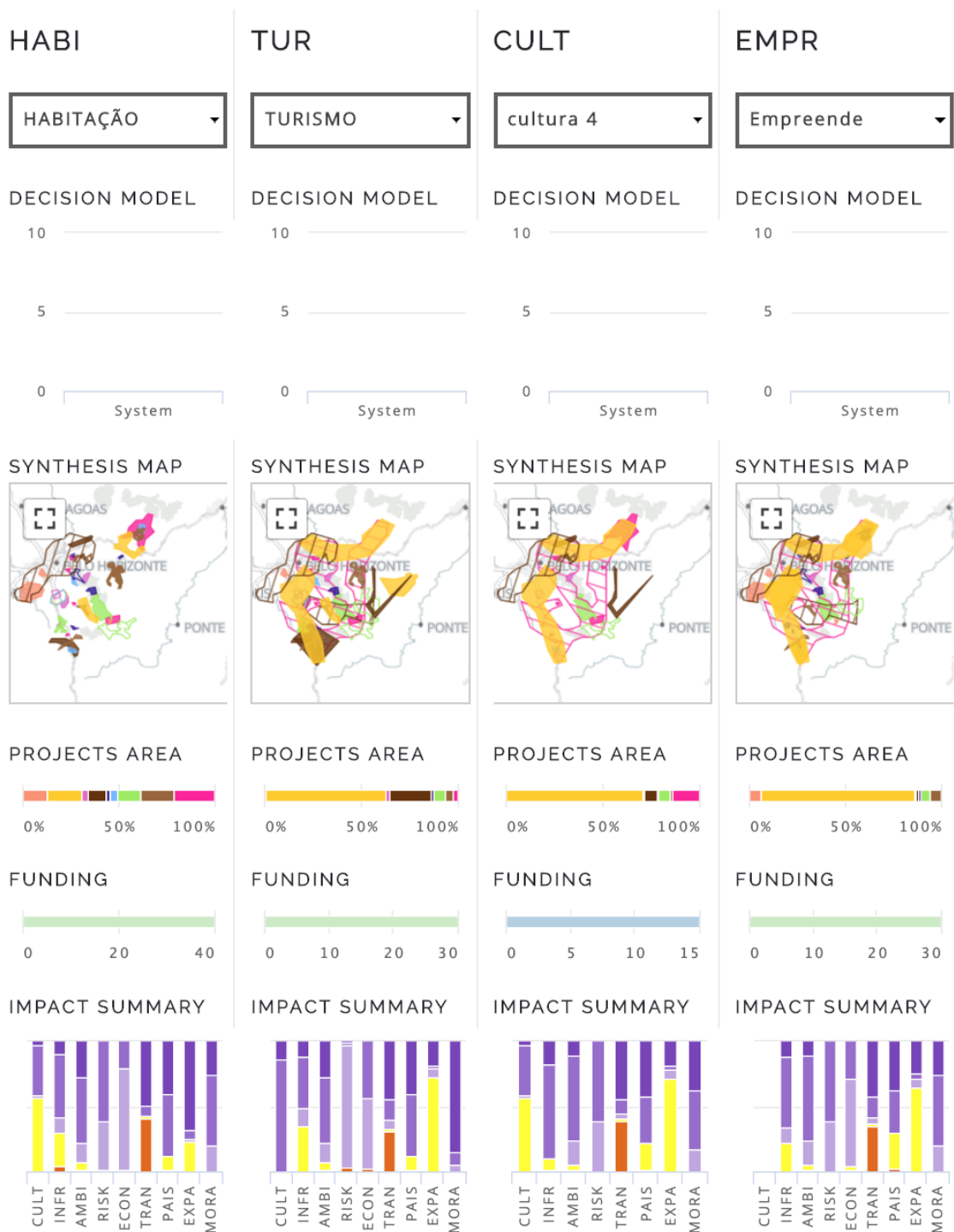


Fig. 46 – A composição de propostas na forma de “designs” por grupo. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social, para o qual foram inicialmente definidos os grupos habitação, turismo, cultura e empreendedorismo. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma GeodesignHub.

EMPR

EmpCult

DECISION MODEL

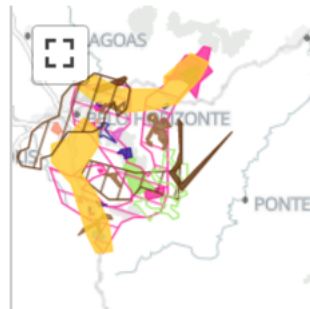
10

5

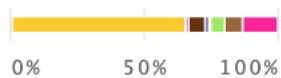
0

System

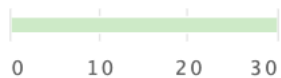
SYNTHESIS MAP



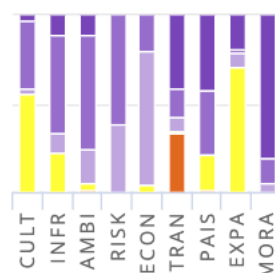
PROJECTS AREA



FUNDING



IMPACT SUMMARY



CULT

Choose design..

DECISION MODEL

SYNTHESIS MAP



PROJECTS AREA

FUNDING

IMPACT SUMMARY

HABI

HABTUR

DECISION MODEL

10

5

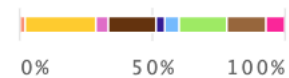
0

System

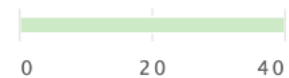
SYNTHESIS MAP



PROJECTS AREA



FUNDING



IMPACT SUMMARY

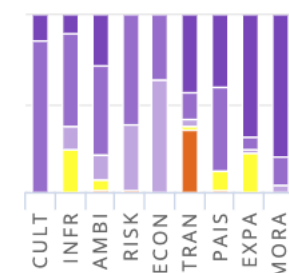


Fig. 47 – O rearranjo dos grupos. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social, quando foram unidos empreendedorismo com cultura e habitação com turismo. Foram feitas negociações e apresentadas propostas de “designs” pelos novos grupos. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma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

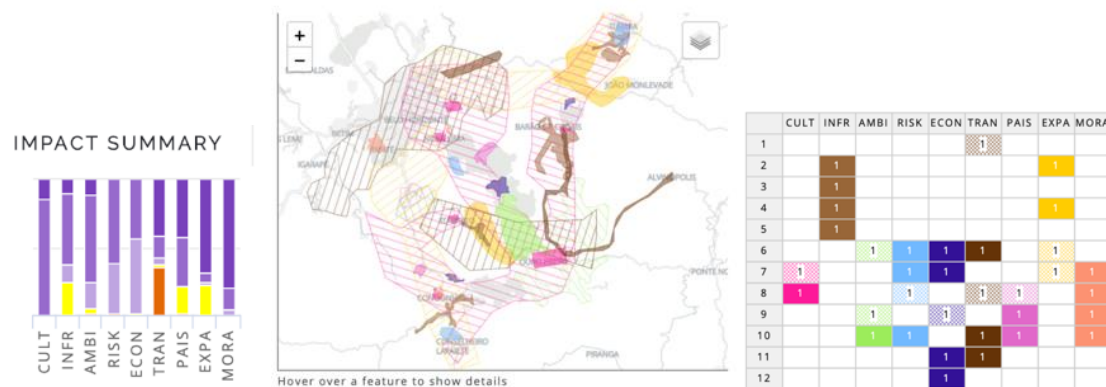


Fig. 48 – O design final negociado. No exemplo, o workshop Quadrilátero – Interesse Social, quando foram unidos os dois grupos anteriores e se trabalhou em um único grupo, por negociação. Foi construída a proposta final, por todos os participantes. Fonte: Elaborado pela autora, 2019, com uso da plataforma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

14.3. O ESTADO-DO-DESENHO (*state-of-the-design*) – COMO CONDUZIR UM TRABALHO EM GEODESIGN – ORIENTANDO LEITORES QUE QUEIRAM ORQUESTRAR UM WORKSHOP¹¹:

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

¹¹ 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, damos-nos o direito de interpretá-la à luz dos dias atuais e reconhecendo que talvez as simplificações e reduções apresentadas pela autora se expliquem 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*¹² 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

¹² *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).

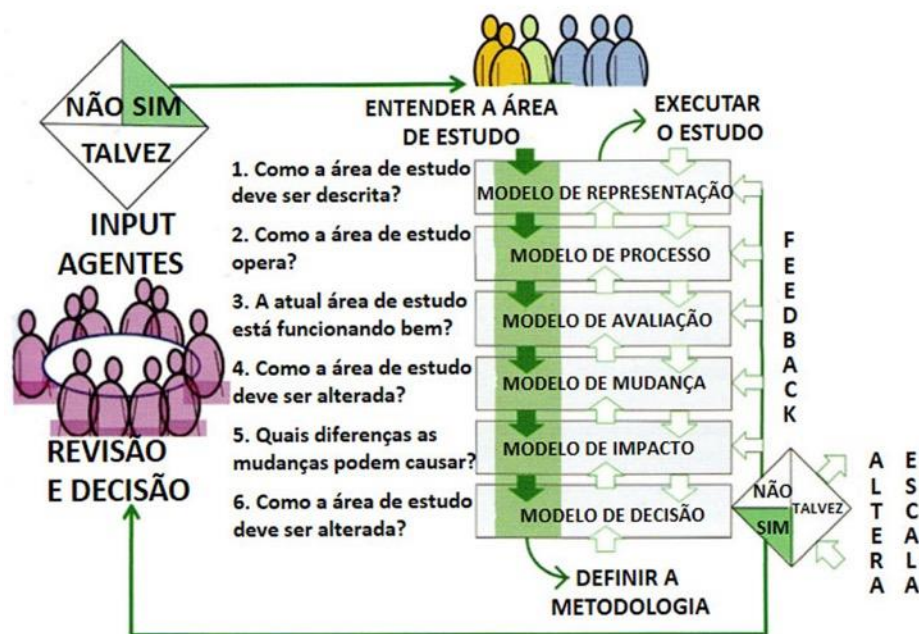


Figura 51 – A proposta metodológica de Steinitz. Fonte: Steinitz (2012).

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 demonstrem 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.

14.3.1. 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).

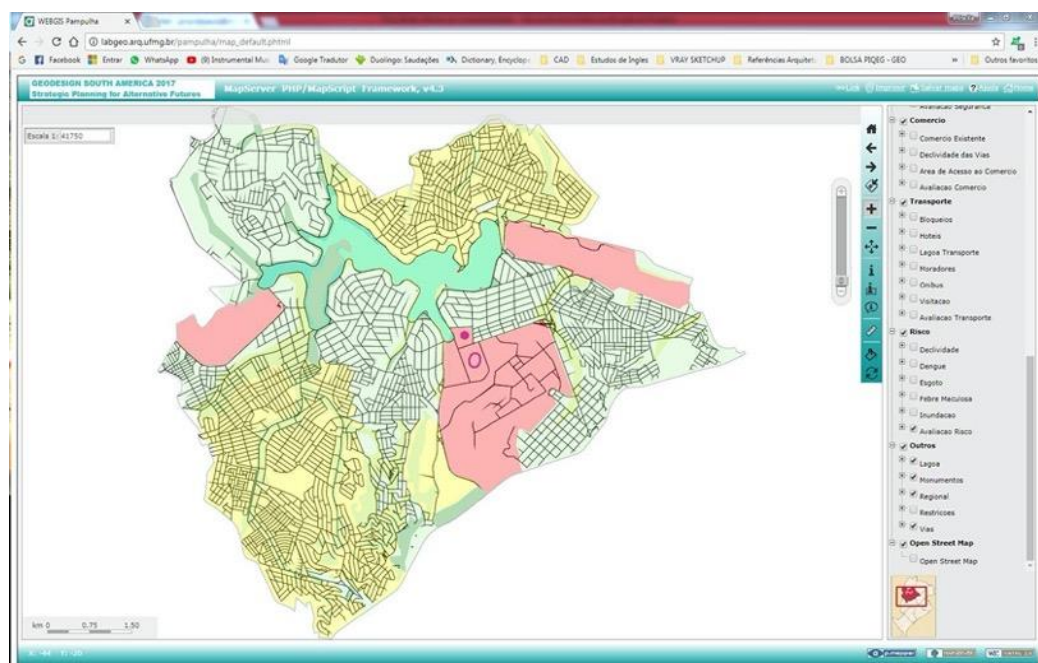


Figura 52 – Exemplo de fornecimento de informações em mapas no WebMap, via web. Estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFGM (2017).

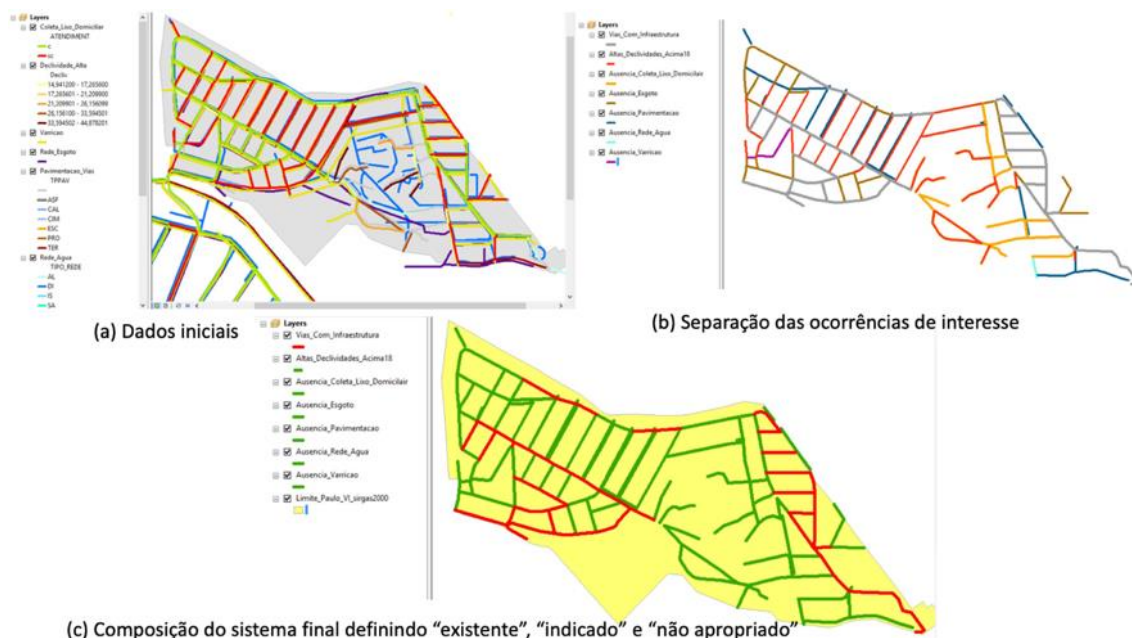


Figura 53 – Exemplo de fornecimento de informações em mapas em aplicativo desktop, para uso em Sistema de Informações Geográficas: (a) dados iniciais, (b) separação das ocorrências de interesse pelos participantes, (c) composição do sistema identificando condições classificadas como “existente”, “indicado”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

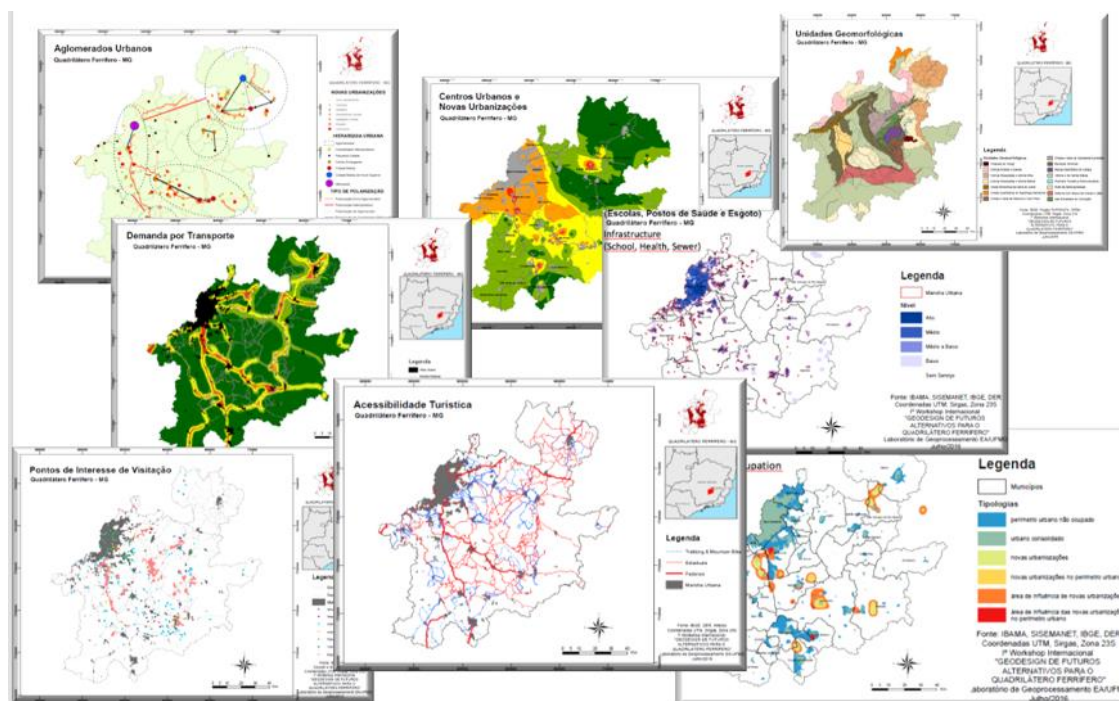


Figura 54 – Exemplo de fornecimento de informações em mapas organizados em PDF, para visualização das variáveis principais devidamente simbolizadas. Estudo de caso Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG (2016).

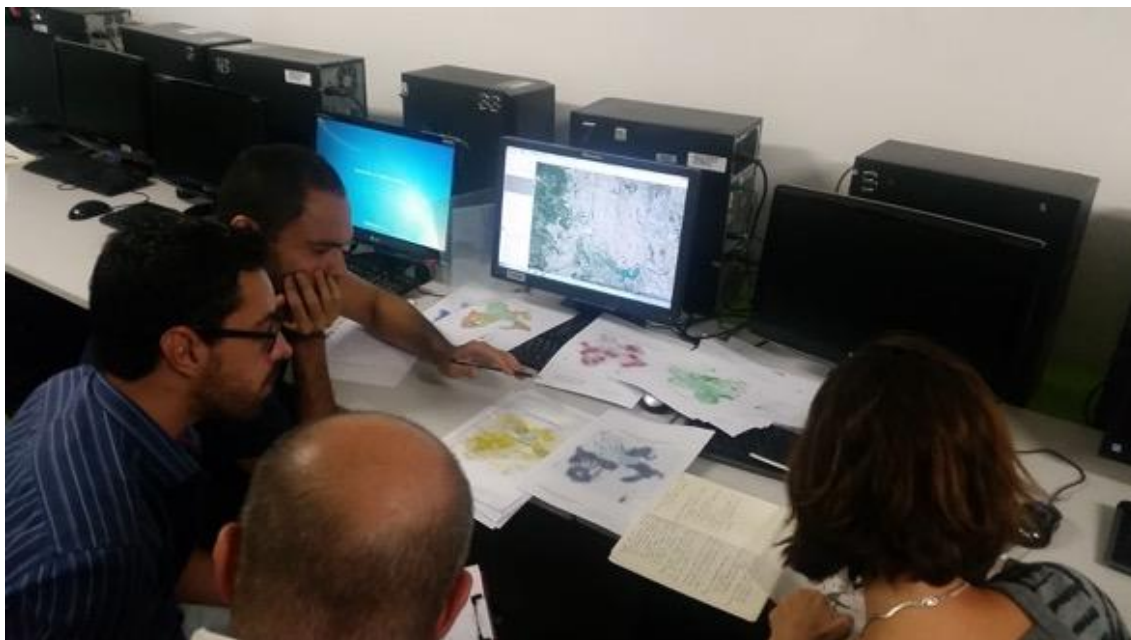


Figura 55 – Exemplo de fornecimento de informações em mapas impressos. Estudo de caso Regional Pampulha. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFGM (2016).

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 demonstrar 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).

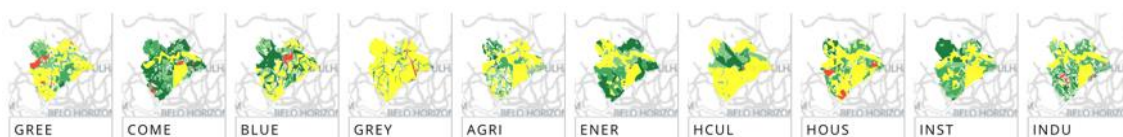


Figura 56 – Exemplo de Modelos de Avaliação – Estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFGM (2017).

Os Modelos de Avaliação 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 a 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).

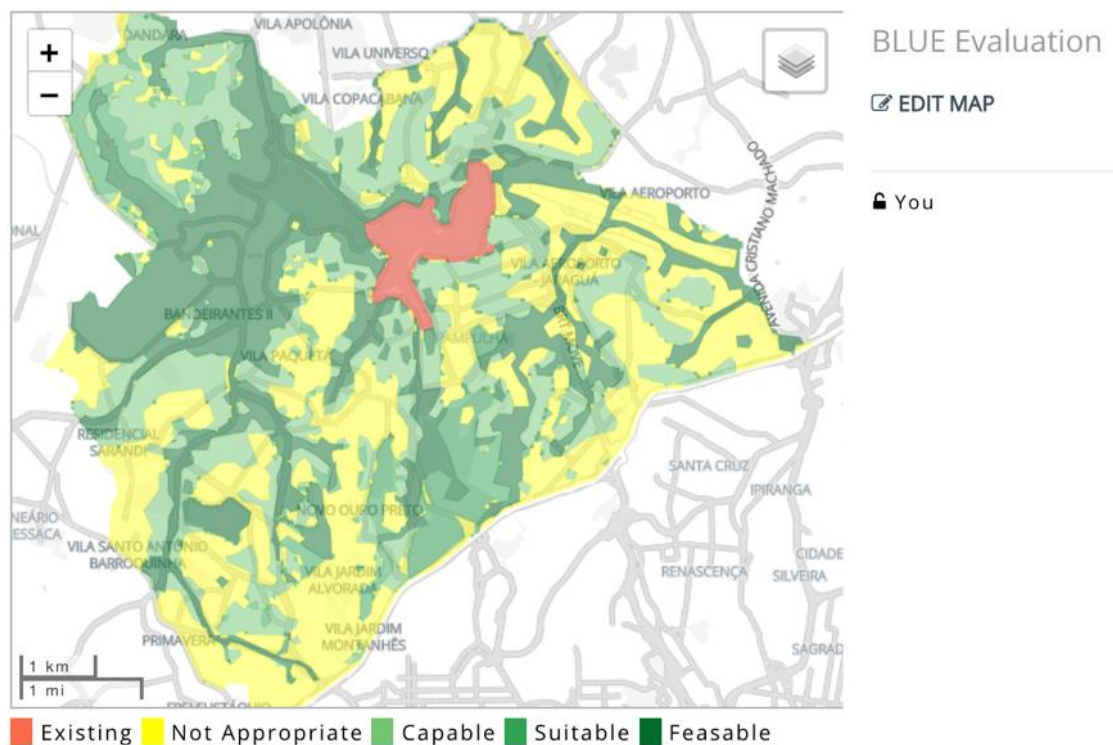


Figura 57 – Exemplo de Modelos de Avaliação do sistema “BLUE” – Estudo de caso Pampulha Patrimônio da Humanidade. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFGM (2017).

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).

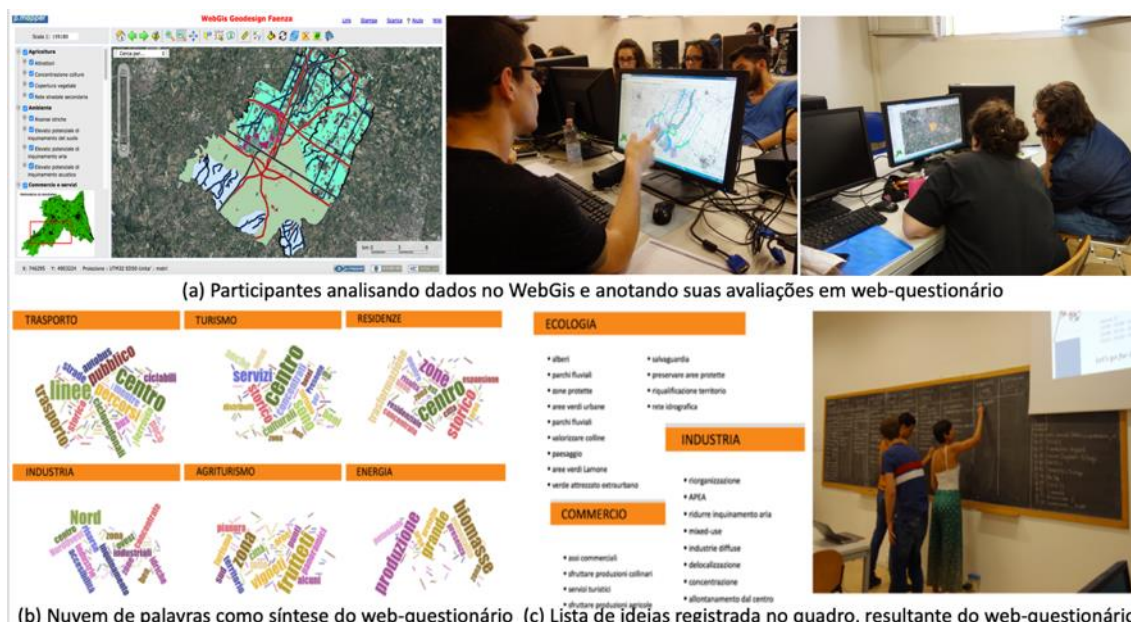


Figura 59 – Exemplo de uso do WebGIS para compreensão e extração de informação sobre os Modelos de Avaliação: (a) os participantes analisam as camadas de informação por sistema e registram suas observações em um web-questionário; (b) os dados inseridos no web-questionário resultam em nuvem de palavras 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).

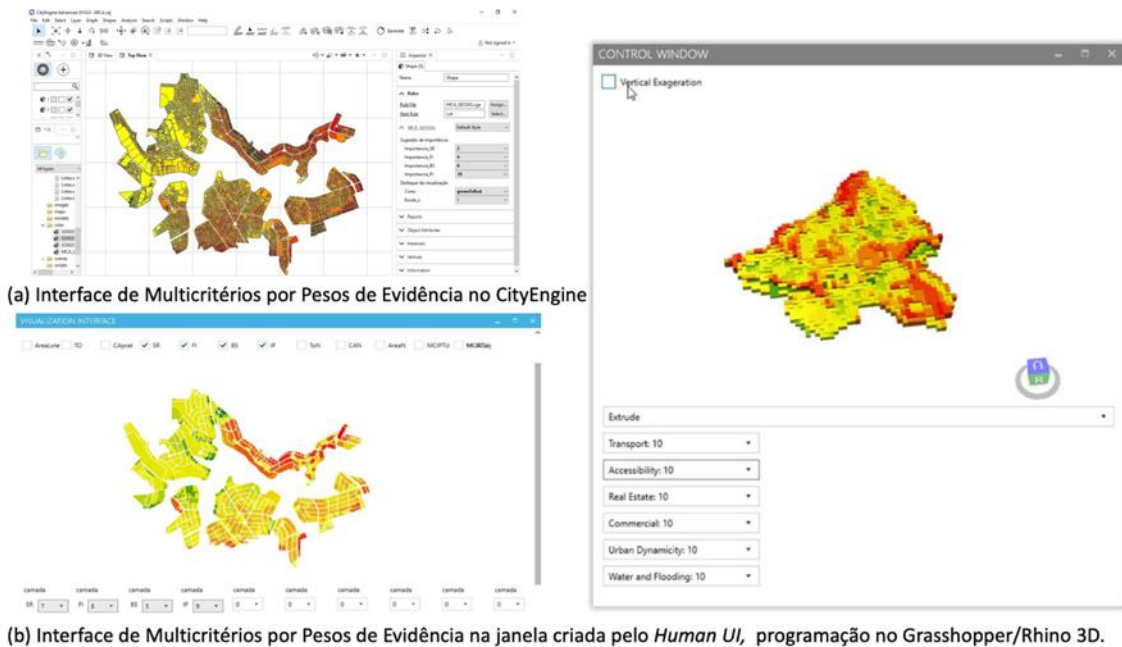


Figura 60 – Exemplos de interfaces para construção dinâmica de Análise de Multicritérios por Pesos de Evidência, nas quais o usuário altera valores e obtém de modo interativo o mapa resultante: (a) exemplo no CityEngine; (b) exemplo no Grasshopper/Rhino 3D, interface Human UI. Fonte: Motta, Moura e Ribeiro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

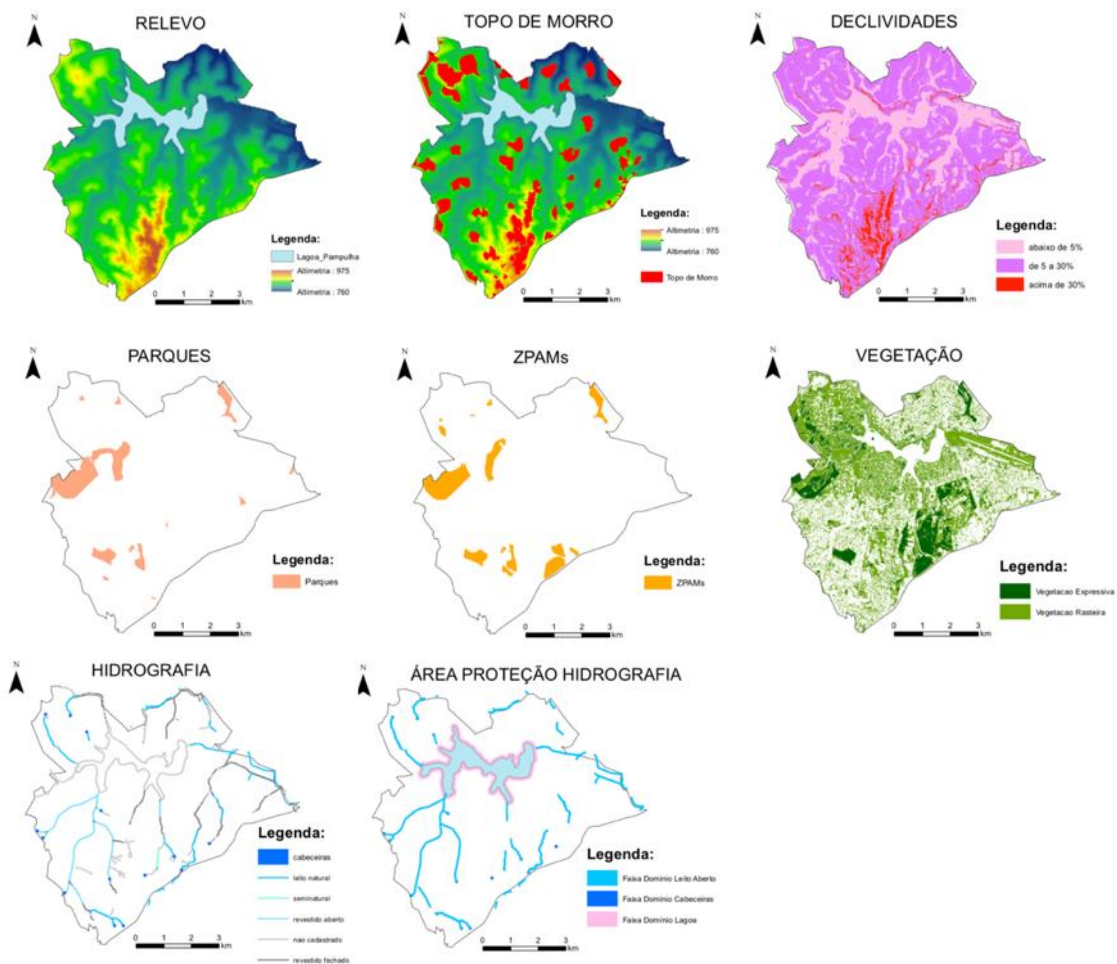


Figura 61 – Inicialmente, o usuário recebe informações sobre a realidade do território. Estudo de caso do sistema GREEN. Estudo de caso regional Pampulha. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

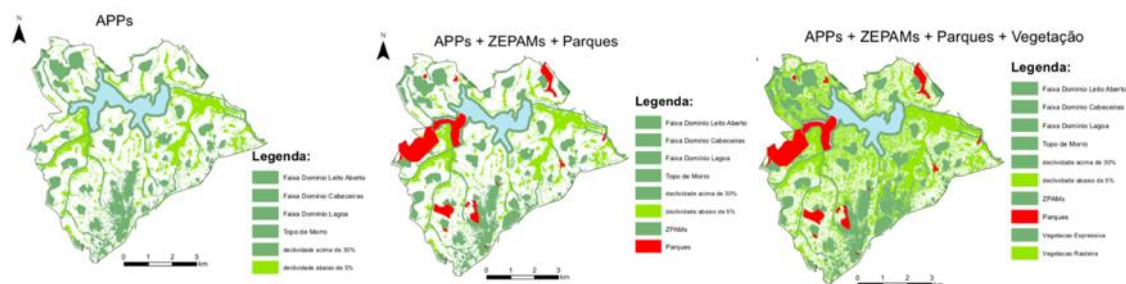


Figura 62 – O usuário então começa a definir as variáveis e sua ocorrências de interesse para os sistema GREEN. No exemplo, ele destaca as áreas de APPs, depois associa a elas as ZEPAMs e os parques, e depois associa ao mapa anterior às características da vegetação existente. Estudo de caso regional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

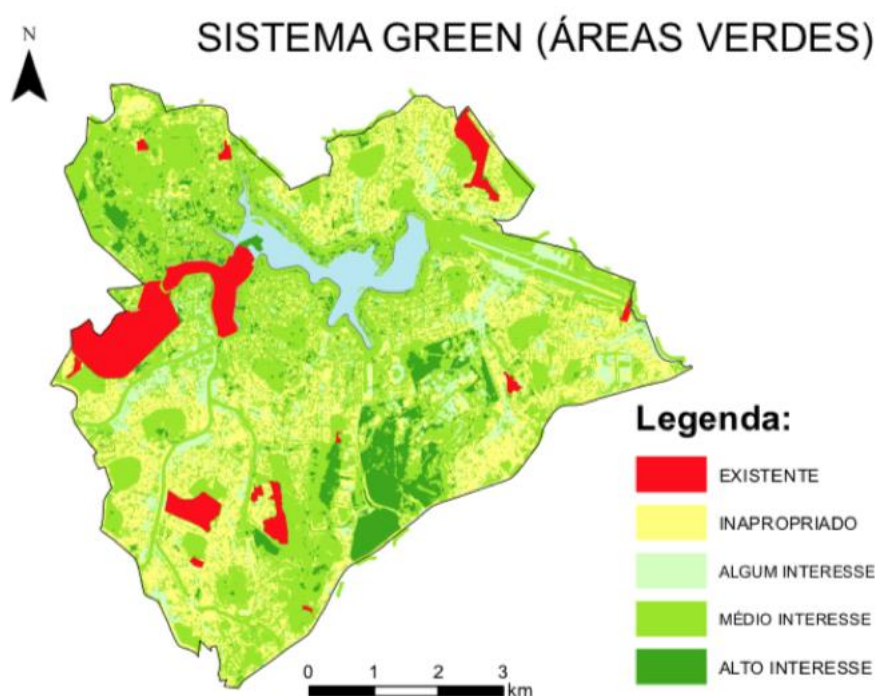


Figura 63 – Mapa final do sistema GREEN, resultante do Modelo de Avaliação que demonstra as condições das áreas para receberem projetos e políticas de áreas verdes. Produção por Análise Combinatória de camadas de informação. Estudo de caso Regional Pampulha. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

14.3.2. 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®¹³. 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

¹³ 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 demonstradas 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 proponente 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 extremamente 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/acre mile
CONSTANTS		
1. Critical Areas. Funded Flood Control Project- http://www.kingcounty.gov/environment/wtr/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.

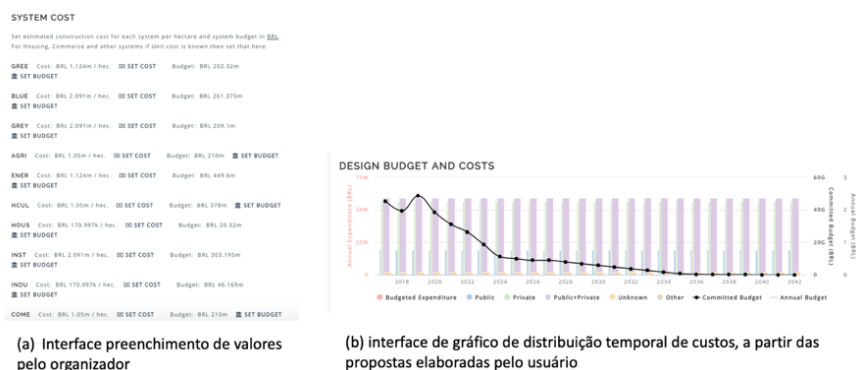


Figura 67 – Interface de preenchimento de valores de custos por sistema e de visualização, pelo usuário, do gráfico de distribuição temporal dos custos a partir dos projetos propostos. Estudo de caso Regional Pampulha, utilizando a plataforma GeodesighHub, de Ballal. Fonte: Elaborada pela autora (2015).

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.

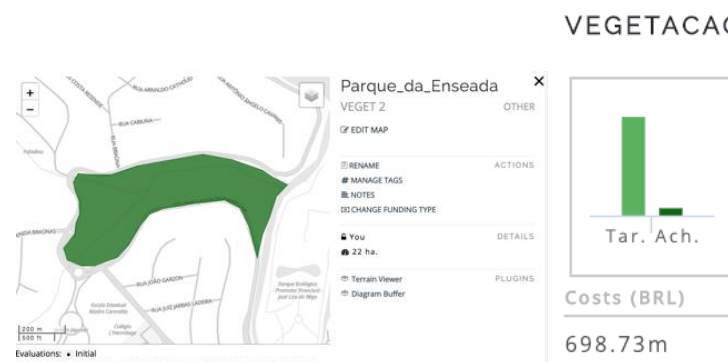


Figura 68 – A partir da proposição do projeto de “Parque da Enseada” como solução às necessidades de vegetação, cálculo do *Target* (expectativa de área de proposição de ideias na forma de projetos) definido pela organização do workshop (barra da esquerda) e área alcançada pelos projetos de vegetação 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).

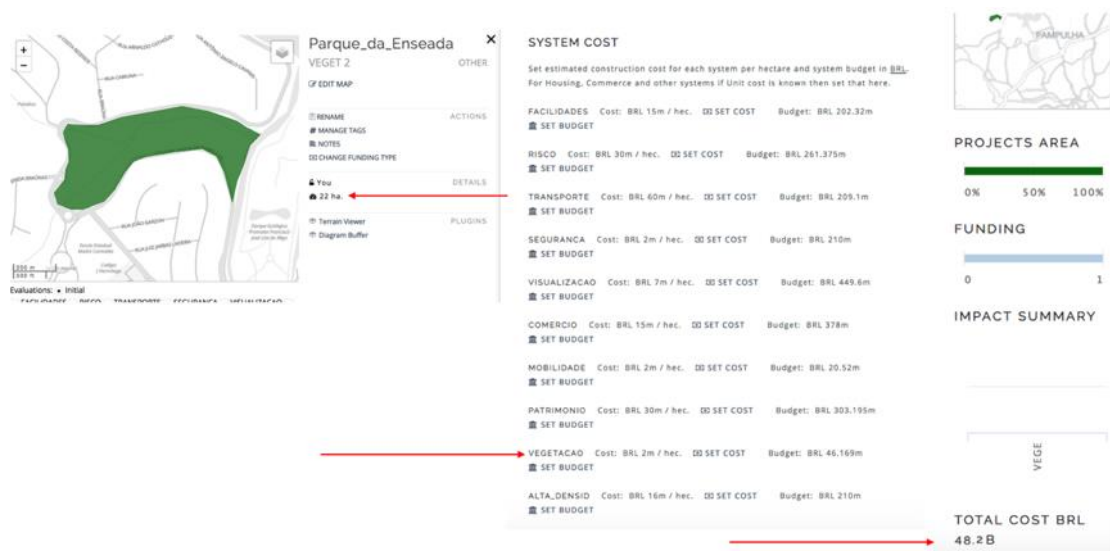


Figura 69 – Cálculo de custos das ideias propostas: o diagrama de Parque da Enseada e seu cálculo de área em hectare, que é combinado com o valor de custo por hectare do sistema vegetação, resultando no cálculo de custo da ideia. Exemplo utilizando a plataforma GeodesighHub. Fonte: Elaborada pela autora (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).

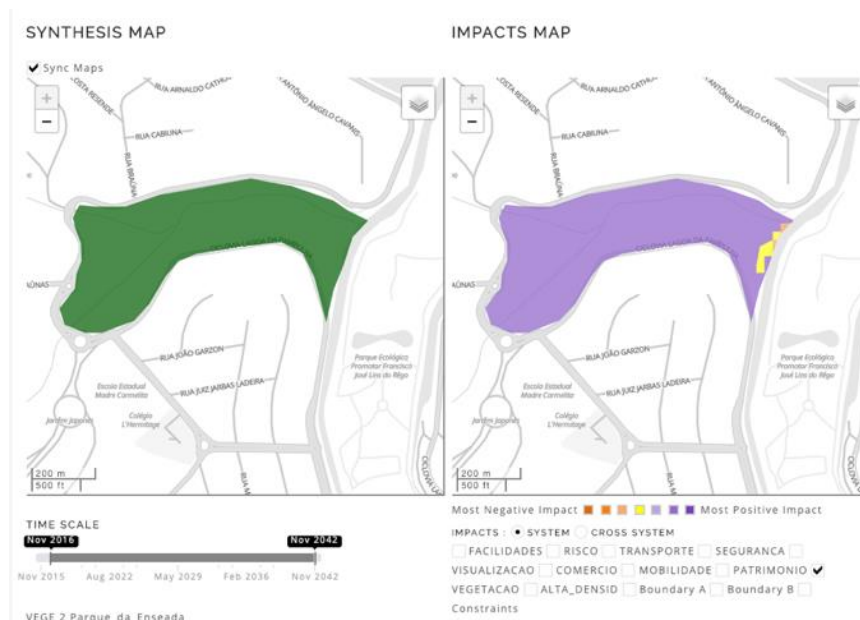


Figura 70 – Análise do impacto de uma ideia de projeto no próprio sistema (SYSTEM) em que ele foi criado, no exemplo o Parque da Enseada no sistema VEGETACAO. Exemplo utilizando a plataforma GeodesighHub. Fonte: Elaborada pela autora (2018).

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 mediantemente 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.

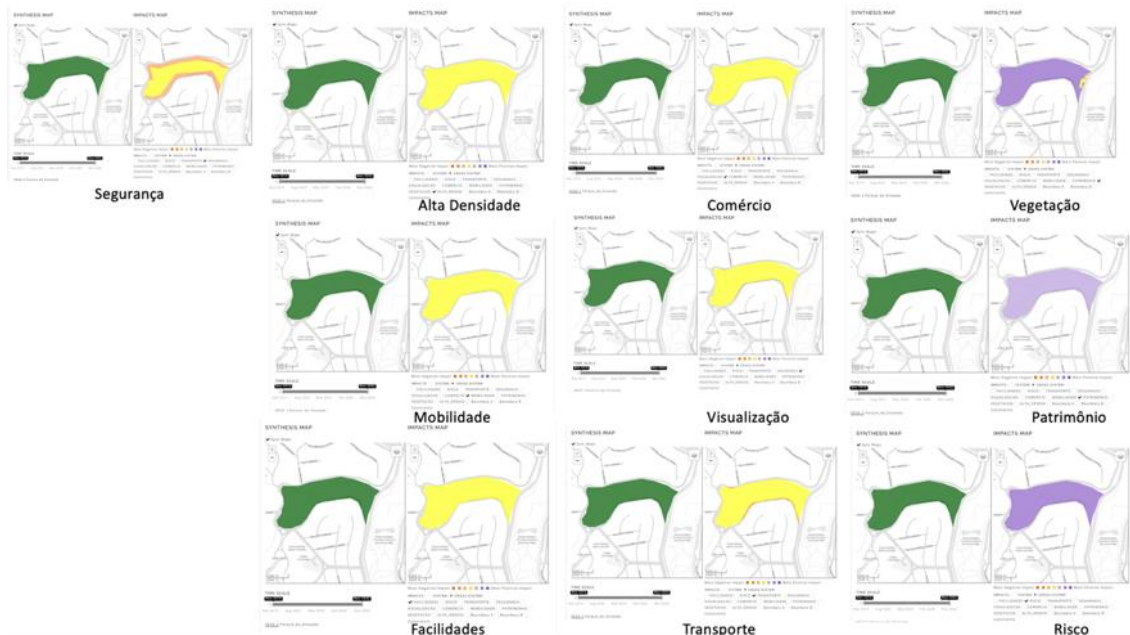


Figura 71 – Análise do impacto de uma ideia de projeto em relação a cada sistema (CROSS SYSTEM), no exemplo o Parque da Enseada no sistema Segurança (único em que foi julgado impacto negativo), nos sistemas Alta Densidade, Comércio, Mobilidade, Visualização, Facilidades e Transporte (nos quais o impacto 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).

14.3.3. 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.

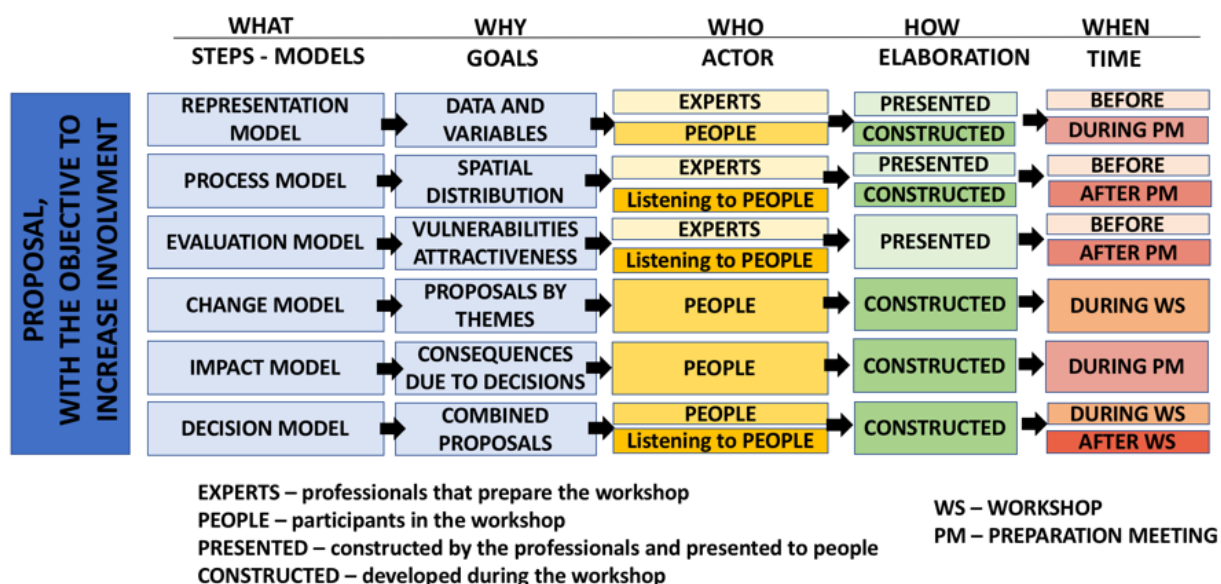


Figura 72 – Proposta de desdobramento das atividades de Geodesign em etapas de antes das reuniões, em reuniões preparatórias para o workshop, após as reuniões preparatórias, mas antes do workshop, no workshop propriamente dito e até após o workshop. O esquema mostra também quando e como é interessante 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 ideias 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-UFG.

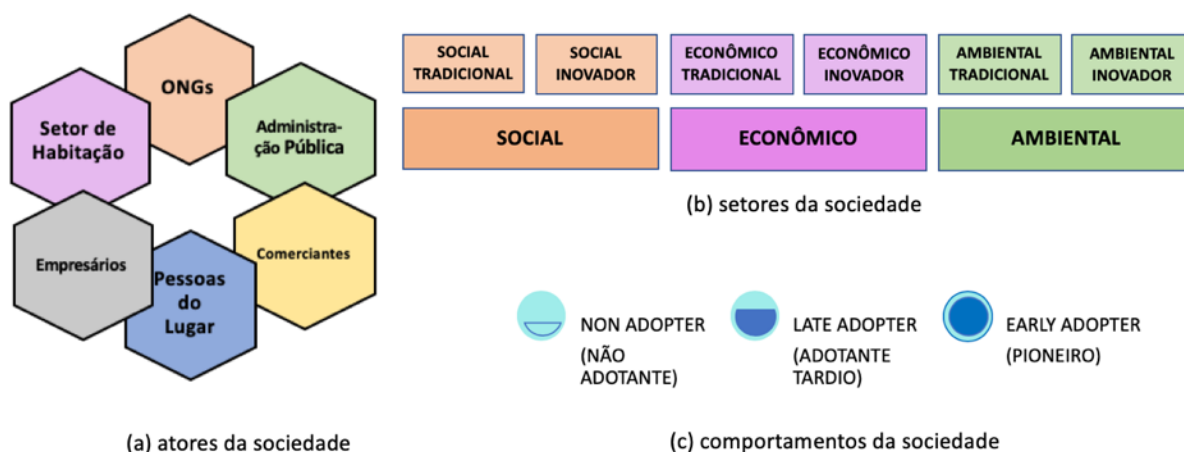


Figura 74 – Possíveis composições de grupos de trabalho (*change teams*): (a) segundo atores da sociedade, no exemplo compondo 6 times; (b) segundo setores da sociedade e estes subdivididos em posicionamentos tradicionais ou inovadores, iniciando por seis times que depois são agrupados em três times; (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).

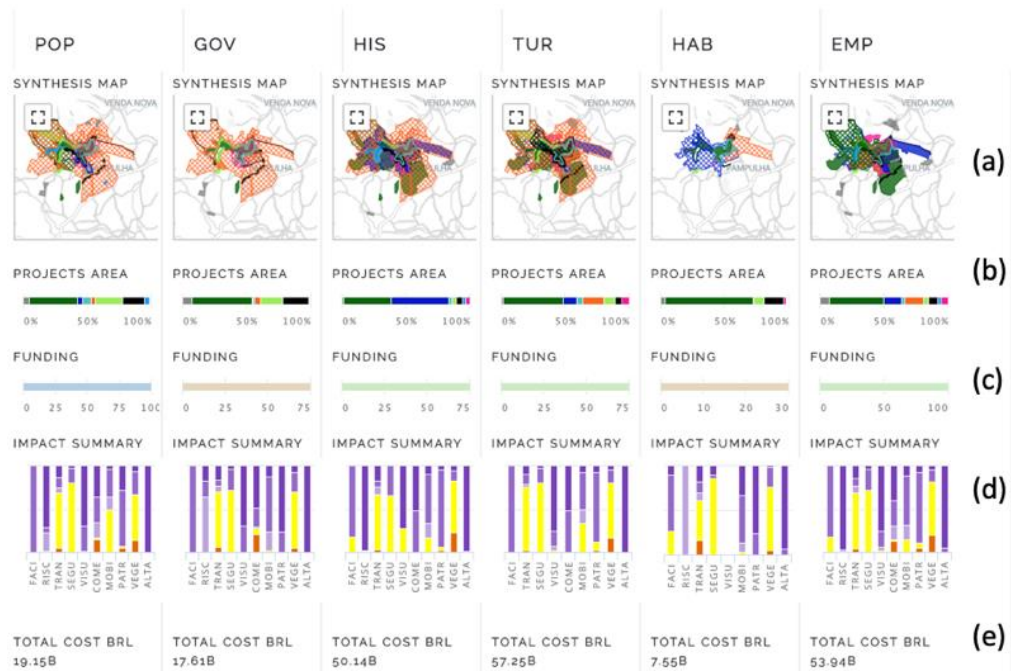


Figura 75 – Designs iniciais propostos pelos seis grupos compostos. (a) Visualização do design de cada grupo; (b) Distribuição de áreas por temática por cada grupo; (c) Predomínio da origem dos fundos de recursos financeiros; (d) Performance em cada sistema por grupo, identificando os conflitos de interesse provocados; (e) Custo total por design por grupo. Exemplo utilizando a plataforma GeodesignHub. 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).

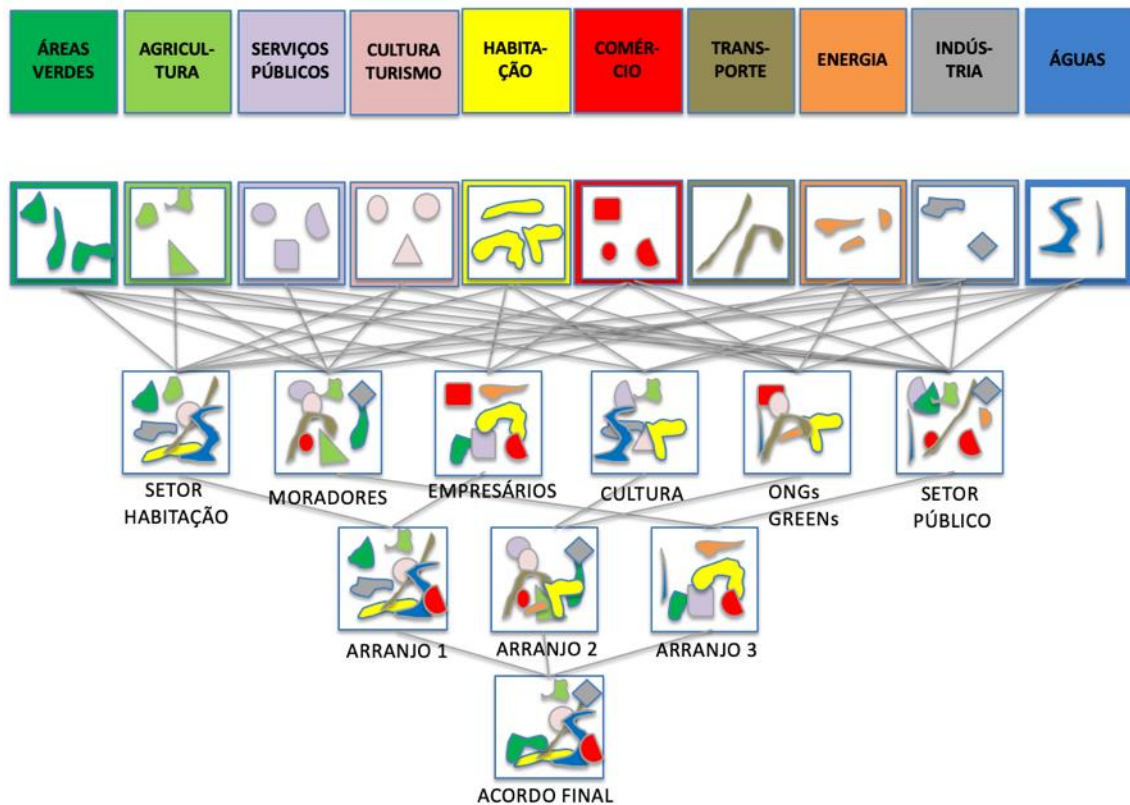


Figura 76 – Etapas no workshop: desenho de diagramas por sistema, separação dos participantes em times e composição de designs nos quais escolhem diagramas por sistemas, agrupamentos dos times em arranjos e composição de novos designs, elaboração conjunta de um design final. Fonte: Elaborada pela autora (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).

COMPARE TWO SYNTHESSES AND COMMENT

Load synthesis and click on any feature to provide a comment.

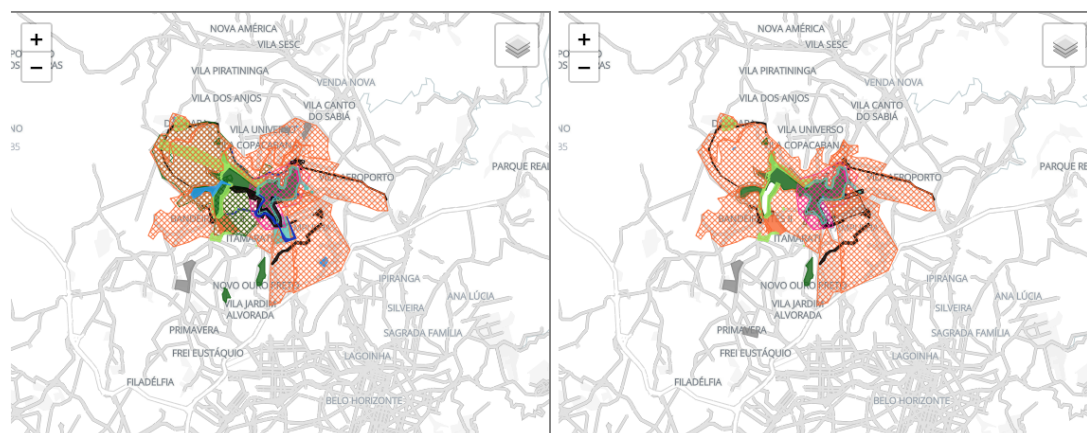
POP

GOV

v7: pop3

v6: GOV3

☐ Sync Maps ☒ SHOW TIMELINE COMPARISON



Hover over a feature on any of the two maps to show feature details

FILTER BY SYSTEM

☒ FACILIDADES ☒ RISCO ☒ TRANSPORTE ☒ SEGURANCA ☒ VISUALIZACAO ☒ COMERCIO ☒ MOBILIDADE ☒ PATRIMONIO ☒ VEGETACAO ☒

ALTA_DENSID

SHOW ALL DIAGRAMS

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-UFGM (2017).

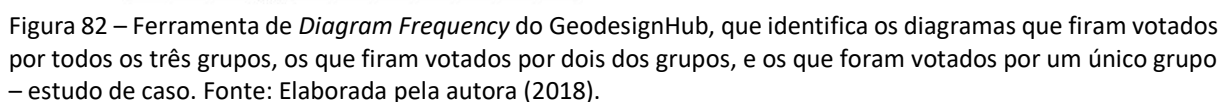


Figura 80 – Exemplo de processos em que os participantes realizam etapas de negociações e composição de propostas. Estudo de caso Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFGM (2016).

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).

The grid below shows the count of the diagrams for the synthesis that are loaded.

	FACI	RISC	TRAN	SEGU	VISU	COME	MOBI	PATR	VEGE	ALTA
1	2			2	1	3	3	1	1	
2			2	3	1		1	1	2	3
3	2		1	3				1	1	
4	2			3	2	2	3	1	1	3
5	1	1	3	3		1		2	2	1
6	2	2	2	3			1		1	
7	2	3			1	1	3	2		1
8	1		1	3	1	2	3		1	1
9	3	1	1	1	3	2	3			1
10	2			3		2	3			
11	3	1		1	2	2	2	2	2	1
12	3		1		1	3	1	2		2
13			3		2	3	2	2		1
14	2	2		3	2	3	3			
15		2	1	1	1	3	3	1	1	
16			3	3		3	2	1		
17					2	2		2		
18			2	1				2		
19			2	1	1			2		
20			2	2						
21				1						
22			2	1						
23			3							



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 ViconSaga¹⁴, 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).

¹⁴ 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.

14.4. 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.

14.4.1. 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, especialmente 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 locais 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.

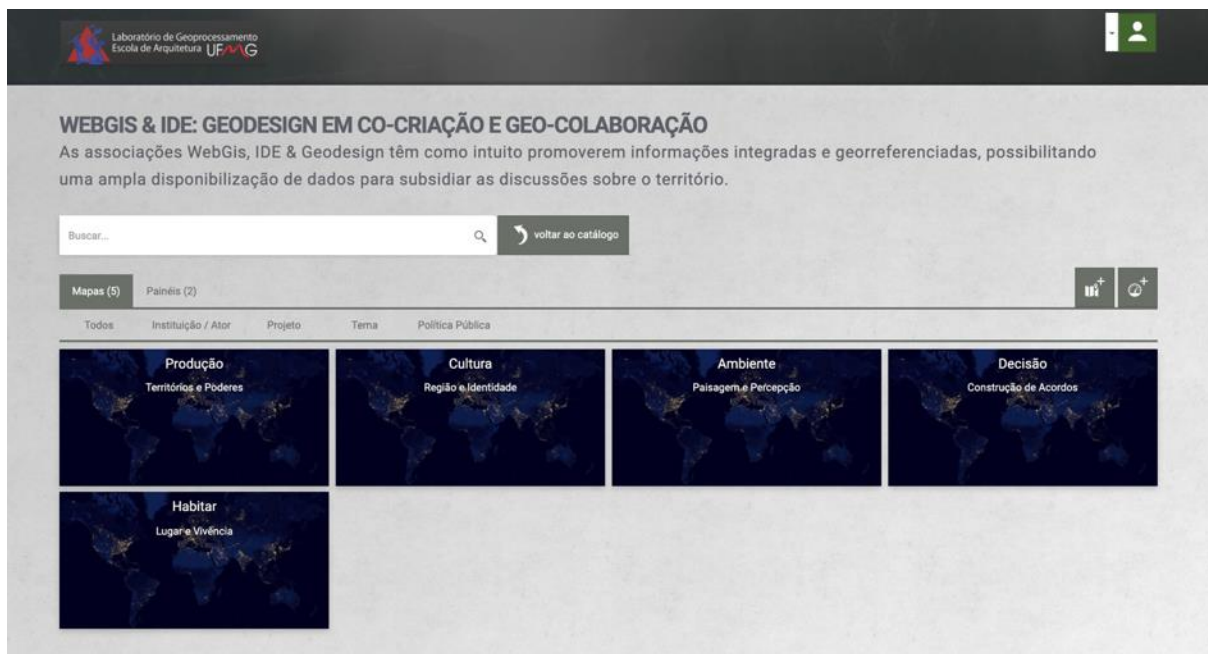


Fig. 85 – A plataforma de Geodesign: entrada para leitura das informações através de contextos. No exemplo, os contextos “Produção”, “Habitar”, “Cultura e “Ambiente”, e há ainda o contexto de “Decisão” para visualização de resultados parciais e finais. Fonte: Freitas (2020).

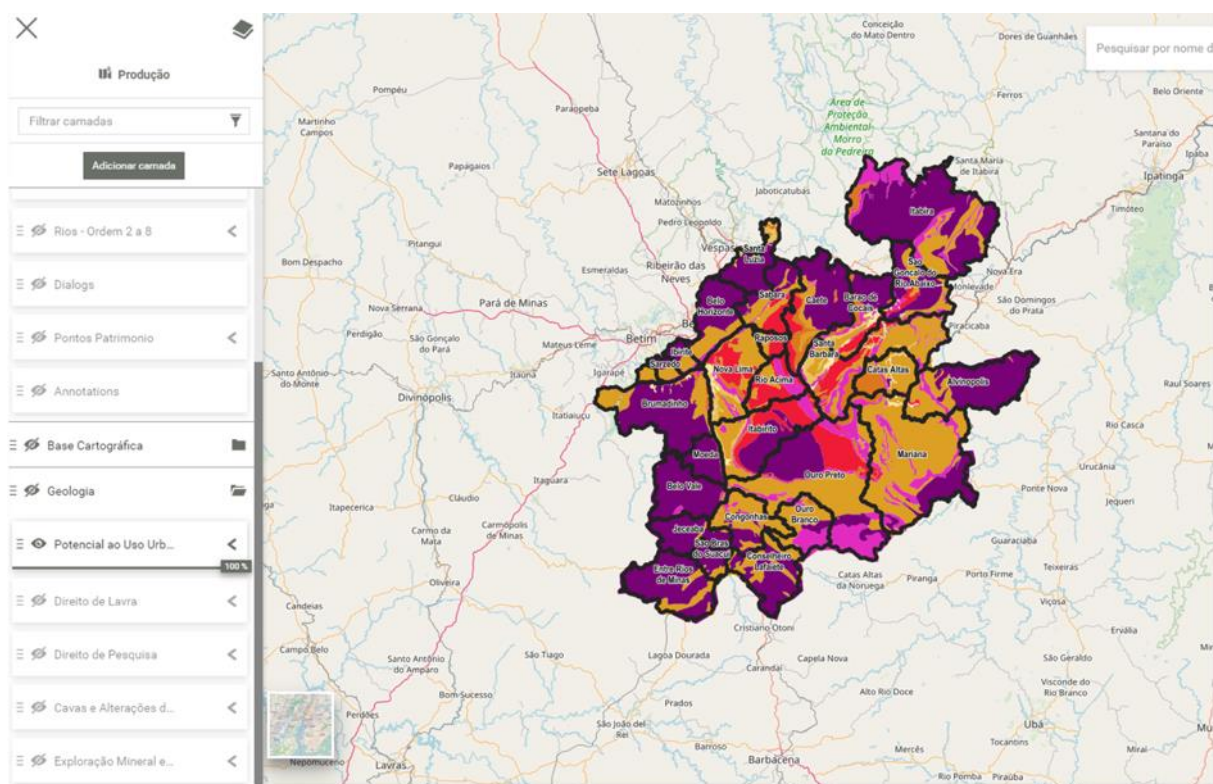


Fig. 86 – A plataforma de Geodesign: exemplo de entrada para leitura das informações através do contexto “Produção” – acesso a coleção de mapas temáticos específicos da temática. Fonte: Freitas (2020)

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).

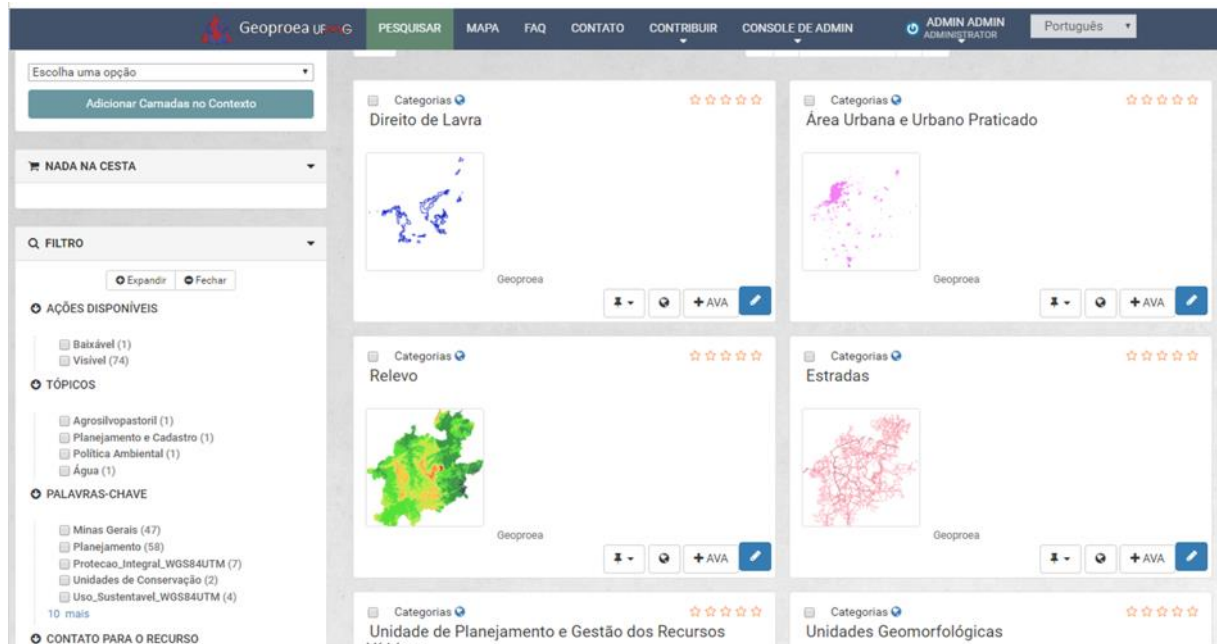


Fig. 87 – A plataforma de Geodesign: consulta de camadas de informação pelo catálogo de metadados. Fonte: Freitas, 2020.

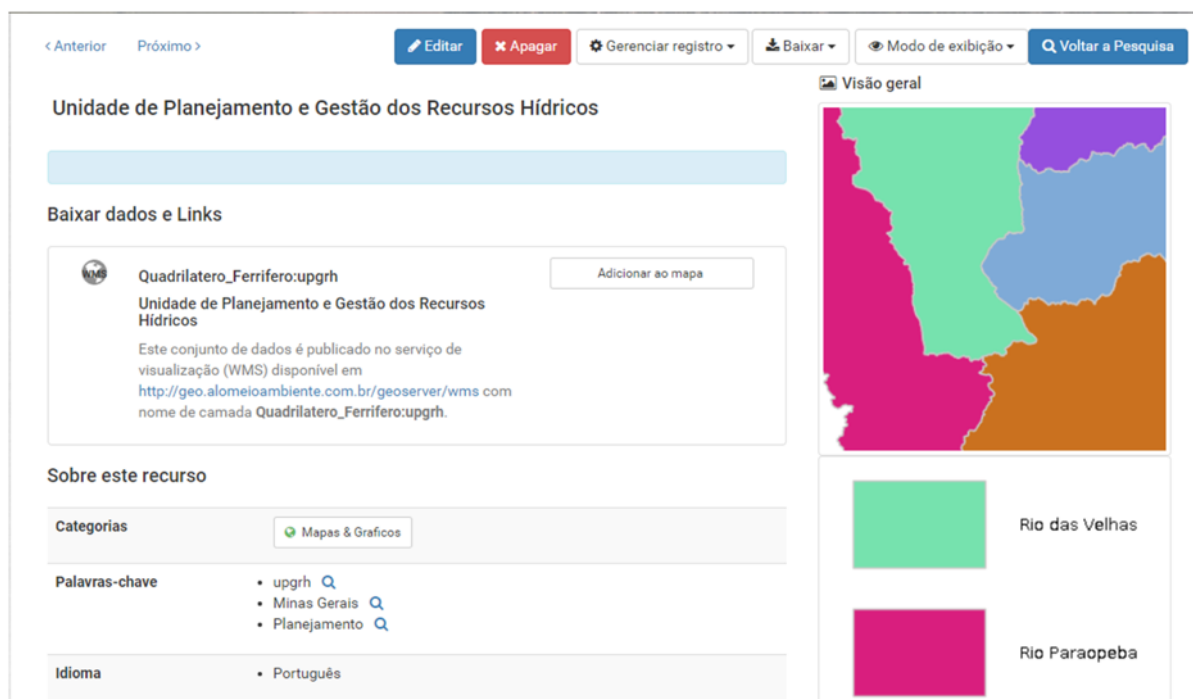


Fig. 88 – A plataforma de Geodesign: consulta de camadas de informação pelo catálogo de metadados. Fonte: Freitas, 2020.

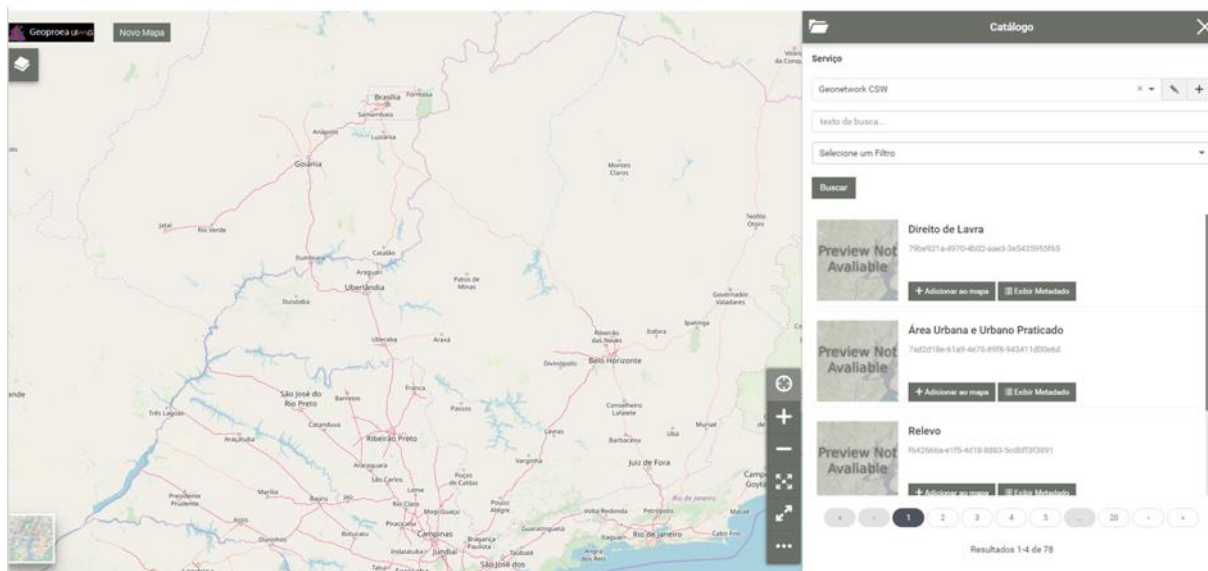


Fig. 89 – A plataforma de Geodesign: consulta de camadas de informação pelo catálogo de metadados, através de buscas no próprio projeto ou buscas por WMS (web map service) que são dados de outras plataformas. Fonte: o autor.

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).

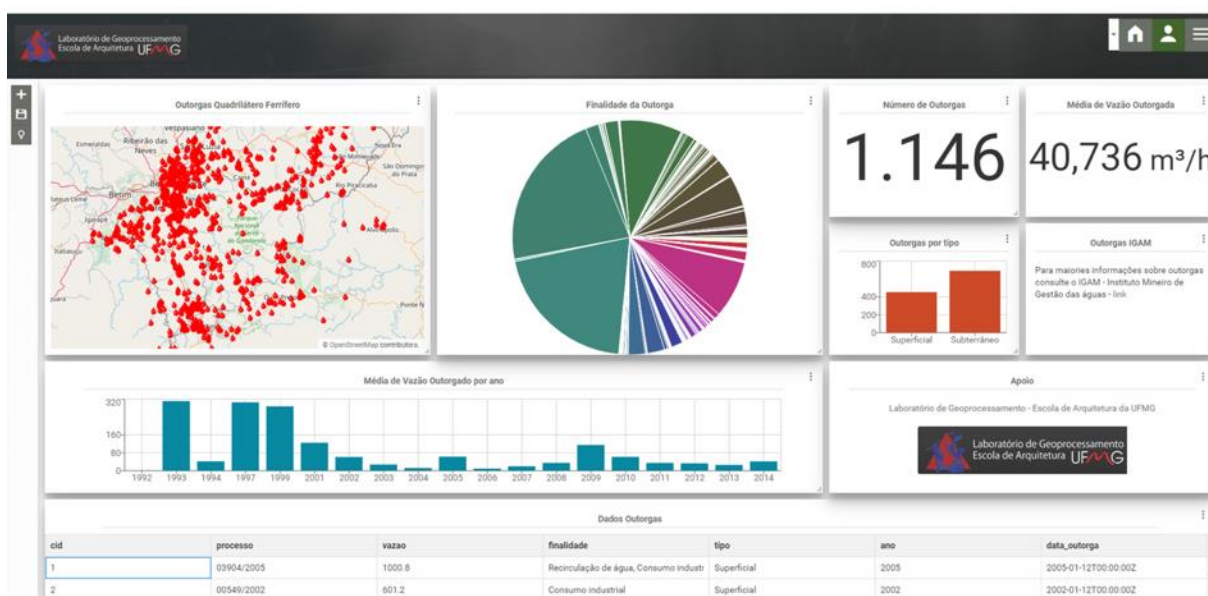


Fig. 90 – A plataforma de Geodesign: consulta de maior complexidade através de produção de gráficos no *dashboard*. Fonte: Freitas, 2020.

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).

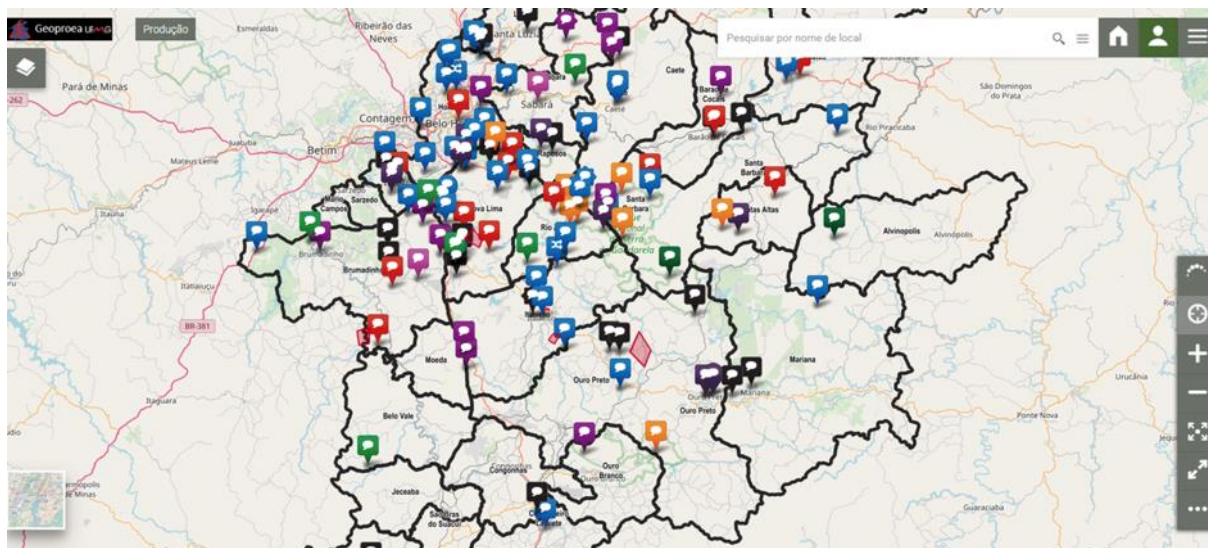


Fig. 91 – A plataforma de Geodesign: coleção de anotações, separadas por cores segundo temática, que favorecem o diálogo sobre questões principais de destaque ou sobre ideias iniciais para a área. Fonte: Freitas, 2020.

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 e 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).

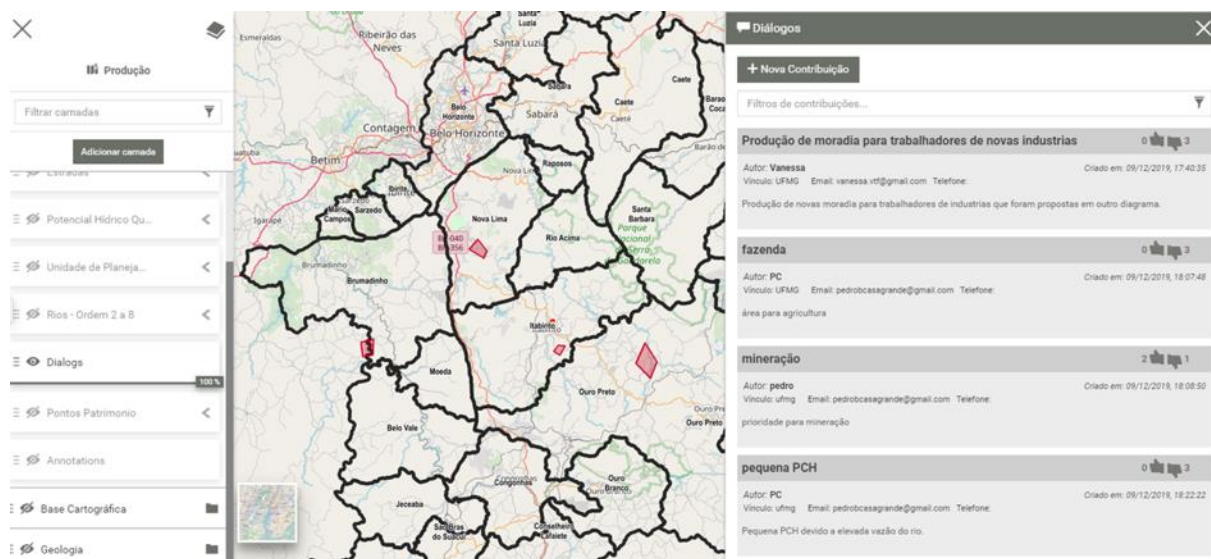


Fig. 92 – A plataforma de Geodesign: elaboração de polígonos de ideias na forma de diálogos, contendo representação gráfica, autor, título e descrição. Fonte: Freitas, 2020.

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)

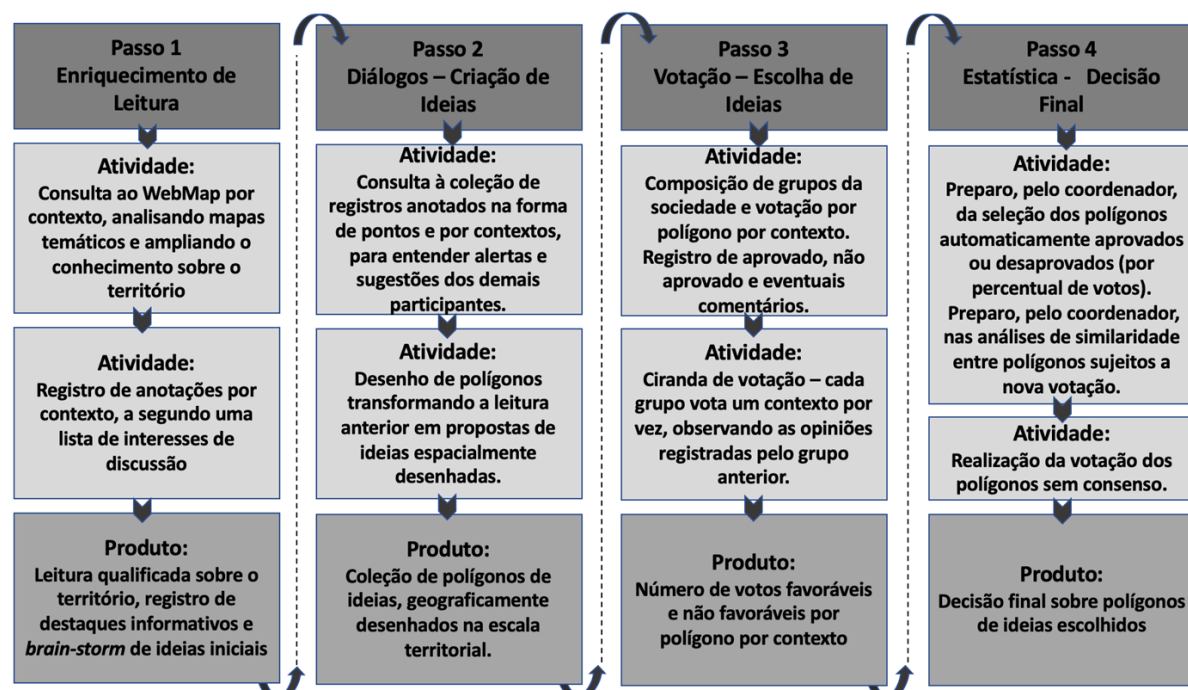


Fig. 93 – Framework de trabalho no Geodesign por Co-Criação e Geocolaboração. Fonte: Freitas, 2020.

14.4.1.a Geodesign: cocriação e geocolaboração no Estudo de caso Quadrilátero Ferrífero, MG

A região do Quadrilátero Ferrífero, entendida como unidade geológica, está localizada no Centro-Sul do Estado de Minas Gerais, abrangendo uma área de aproximadamente 7.000 km². 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.

14.4.1.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).

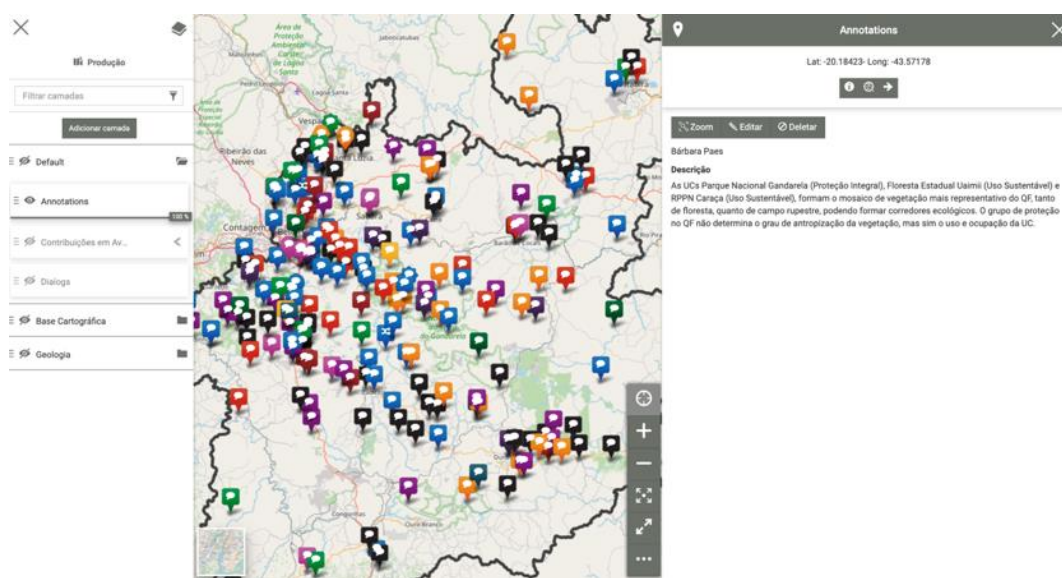


Fig. 94 – Resultado de Enriquecimento de Leitura – pontos de anotações com seus respectivos comentários, simbolizados segundo relação de temas de interesse. Fonte: Freitas, 2020.

14.4.1.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 preferência, 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).

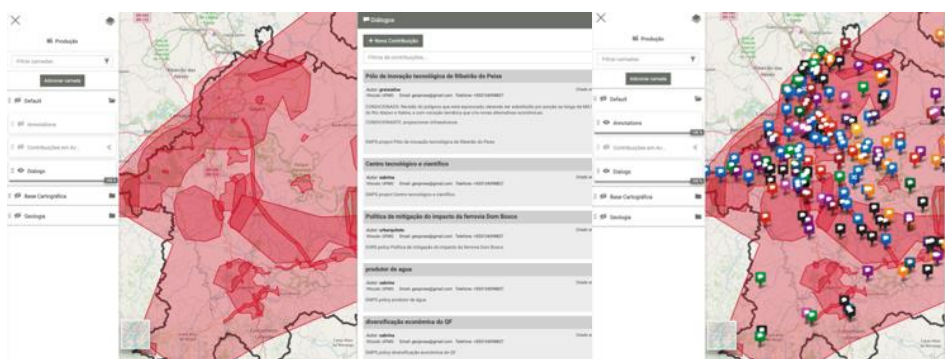


Fig. 95 – Etapa de Criação de Ideias através de polígonos: avaliação dos polígonos já disponíveis ou desenho de novos polígonos. Avaliação por observação do polígono e/ou por comparação com a coleção de pontos de anotações existentes. Fonte: Freitas, 2020.

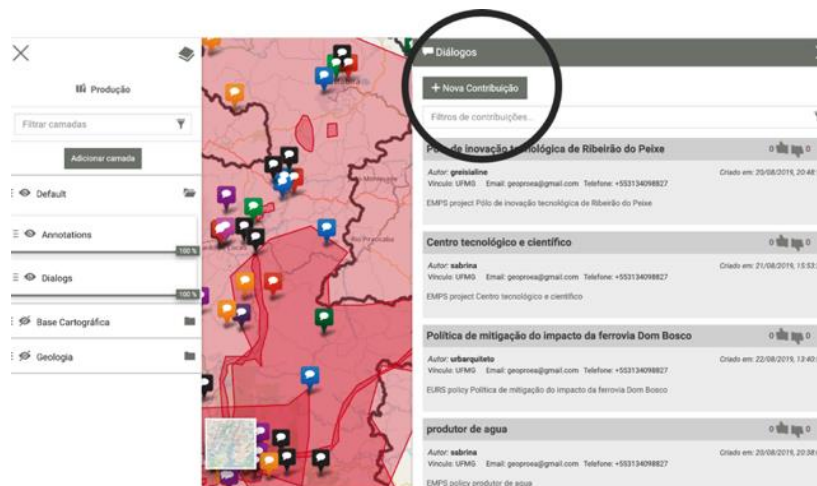


Fig. 96 – Etapa de Criação de Ideias através de polígonos: desenho de novas contribuição na caixa de Diálogos.
Fonte: Freitas, 2020.

14.4.1.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).

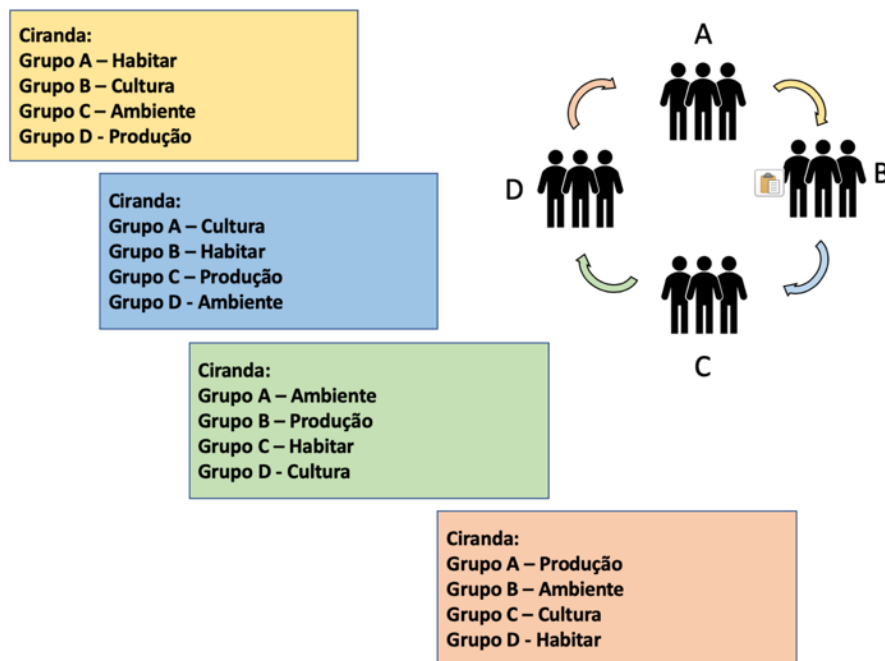


Fig. 97 – Etapa de Votação na forma de Ciranda – inscrição de comentários e votos através da interface de Diálogos, em ciranda de votação. Fonte: Freitas, 2020.

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).

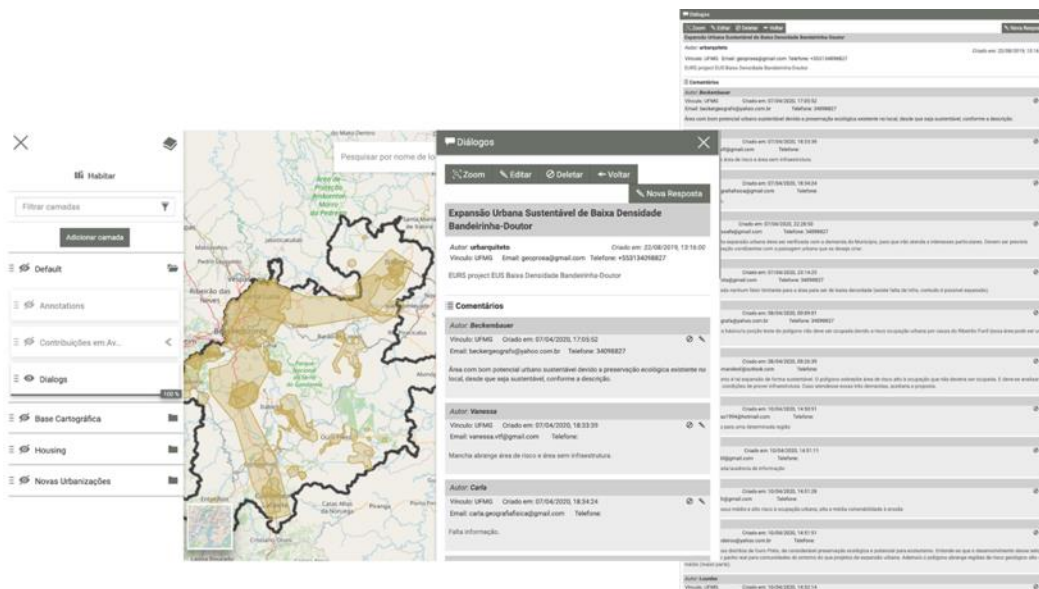


Fig. 98 – Comentários por contribuição. Observa-se que alguns polígonos geram muitos comentários. Fonte: Freitas, 2020.

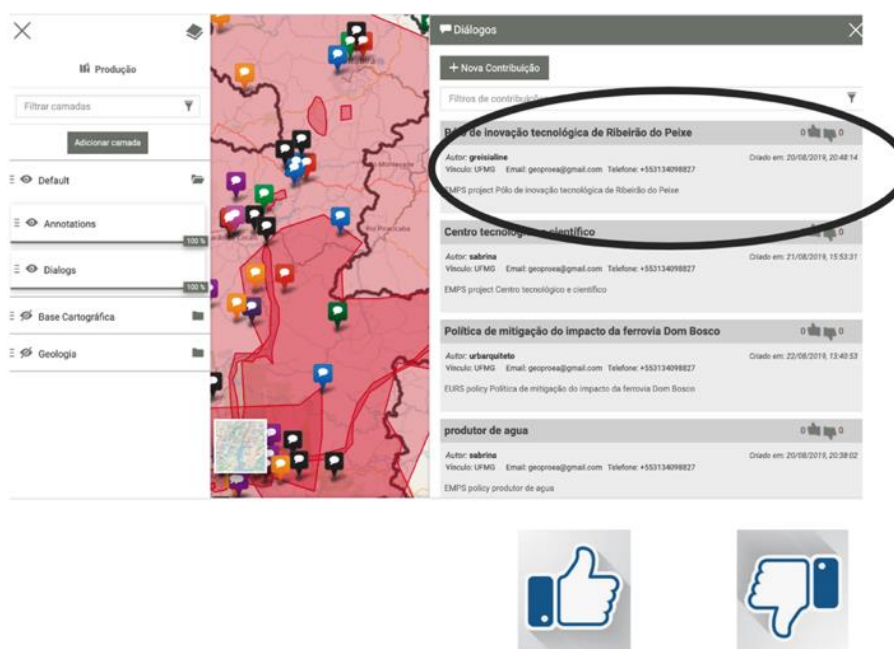


Fig. 99 – Além de comentários são feitas também votações. Fonte: Freitas, 2020.

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.

14.4.1.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).

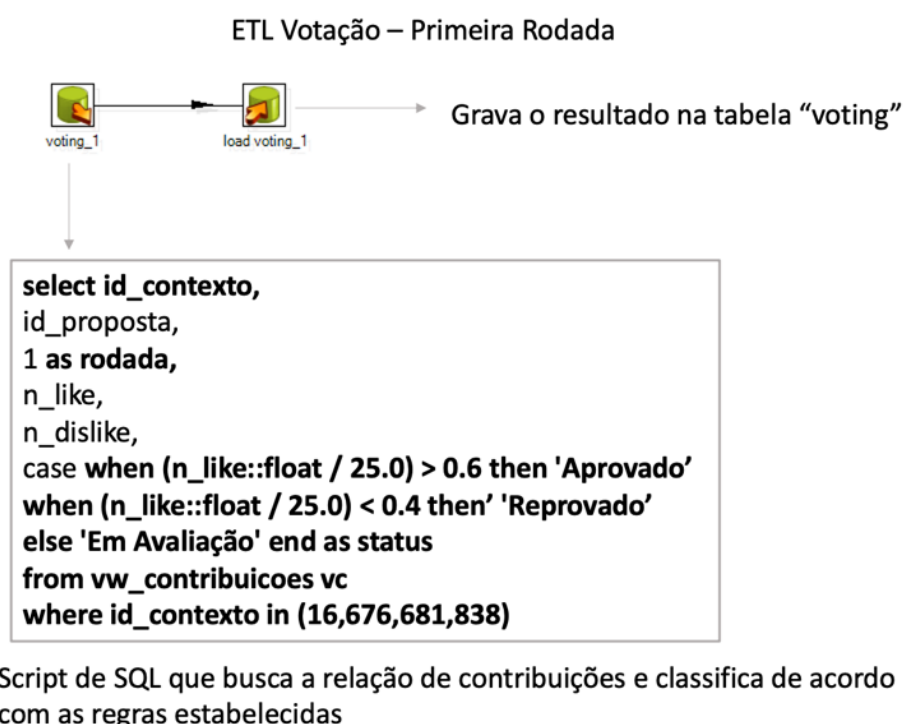


Fig. 100 – Script ETL baseado em SQL para a primeira rodada de votações. Fonte: Freitas, 2020.

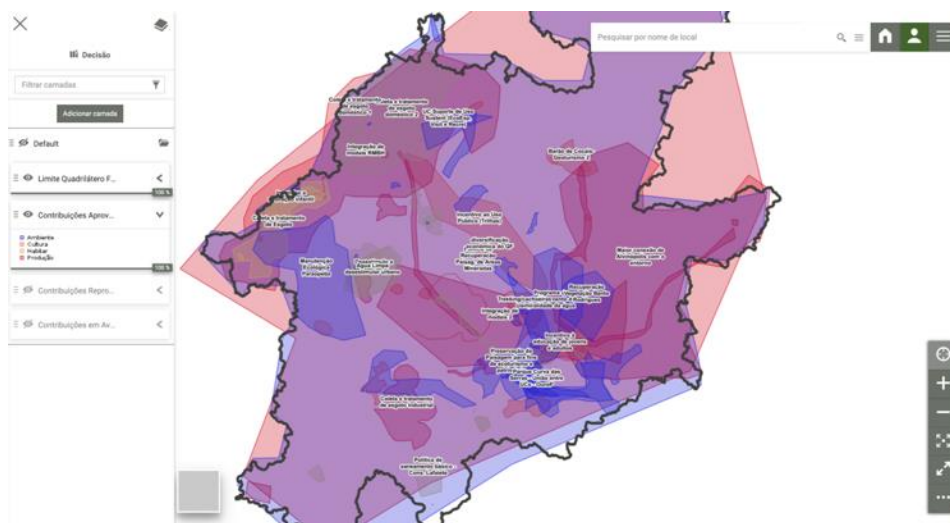


Fig. 101 – Visualização de resultados de polígonos seleccionados a partir da primeira votação. Contribuições “Aprovadas”. Fonte: Freitas, 2020.

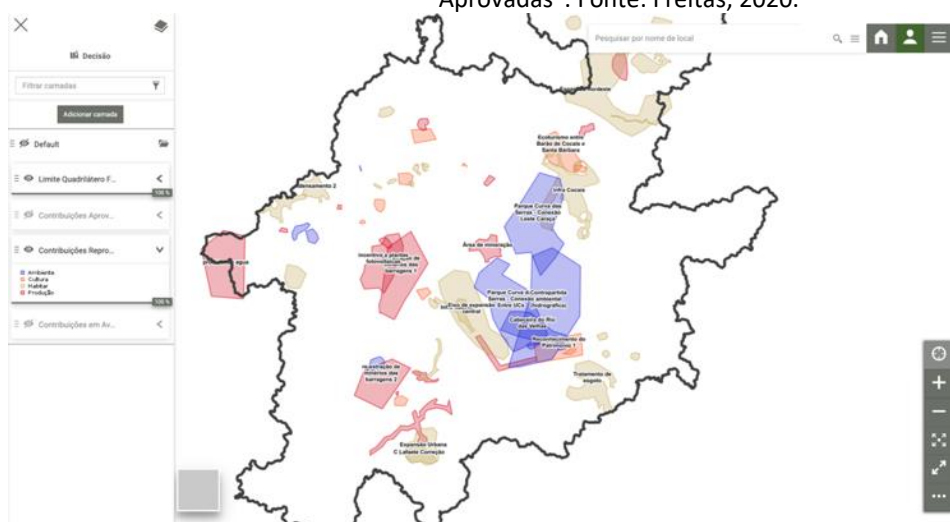


Fig. 102 – Visualização de resultados de polígonos seleccionados a partir da primeira votação. Contribuições “Reprovadas”. Fonte: Freitas, 2020.

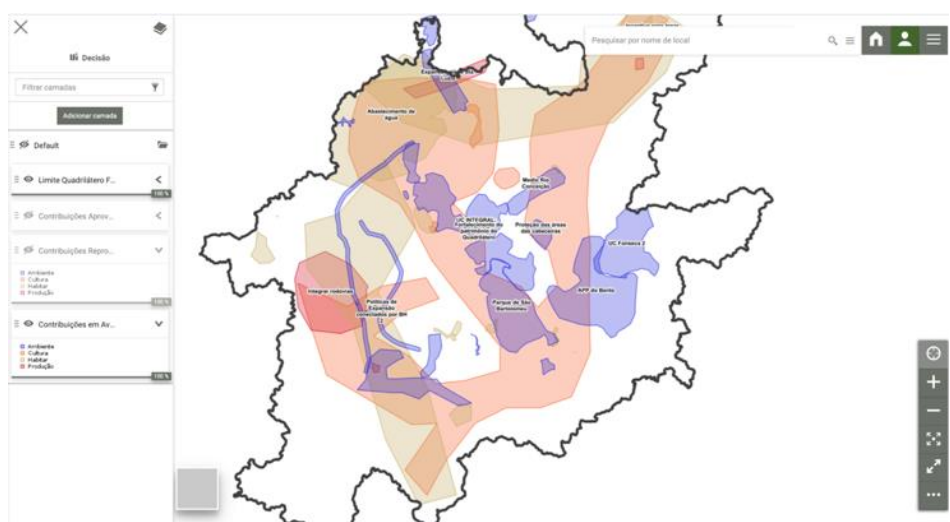


Fig. 103 – Visualização de resultados de polígonos seleccionados a partir da primeira votação. Contribuições “Em Avaliação”. Fonte: Freitas, 2020.

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

Área importante, porém o projeto não fica claro
Especificar o que projeto propõe para as cabeceiras do Rio das Velhas.
Preservação, recuperação, conservação, monitoramento...
Sugiro detalhar a proposta.
Projeto de relevância para a região, destacando-se localização de manchas urbanas adjacentes ao polígono demarcado. Porém é necessário que sua área de abrangência seja melhor delimitada, tendo em vista que grande parte já se encontra em uma UC, enquanto porções de vegetação adjacentes não foram contempladas.
Proposta não está clara
Sem opinião formada
Importante para as necessidades de se preservar e evitar contaminação, porém merece uma melhor detalhamento da proposta.
A proposta não está clara, mas é importante a preservação da cabeceira do Rio das Velhas.
Necessária preservação, mas faltam informações.
Importante área de recarga
Proposta precisa de detalhamento. Não entendi do que se trata
Falta detalhar a proposta.
Alto potencial de uso urbano.
Necessário preservar, principalmente devido ao alto risco de contaminação

14 comentários

Síntese: Falta de detalhamento

AMBIENTE
Cabeceira do Rio das Velhas



Fig. 104 – Exemplo de relação e síntese de comentários para cada polígono ainda em avaliação e negociação – Exemplo do contexto “Ambiente”. Fonte: Freitas, 2020.

Forma de conectar as duas porções.
 Área com presença de floresta e próxima a curso d'água. Necessário cuidado com o suporte natural. O eixo de ocupação tem acontecido ao longo dos eixos viários e essa proposta não possui conexão por eixos viários o que trará impacto sobre o suporte natural.
 Deve considerar também o valor cultural e histórica da área para respeitar a vocação do distrito
 Região que estabelece uma ligação entre Amarantina e Santo Antônio do Leite
 Informar qual será o ganho efetivo para a realização da expansão e se trará algum impacto ambiental
 A proposta parece adequada visto que interliga eixos urbanizados. Importante atentar aos remanescentes de vegetação nativa presentes no local. E a proposta seja de sustentável visando diminuir os impactos de uma urt
 Região circundada por distritos de Ouro Preto e UC's. Políticas de incentivo ecoturismo e valorização da cultura local devem ser priorizadas.

7 comentários

Síntese: Questionamento técnico



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).

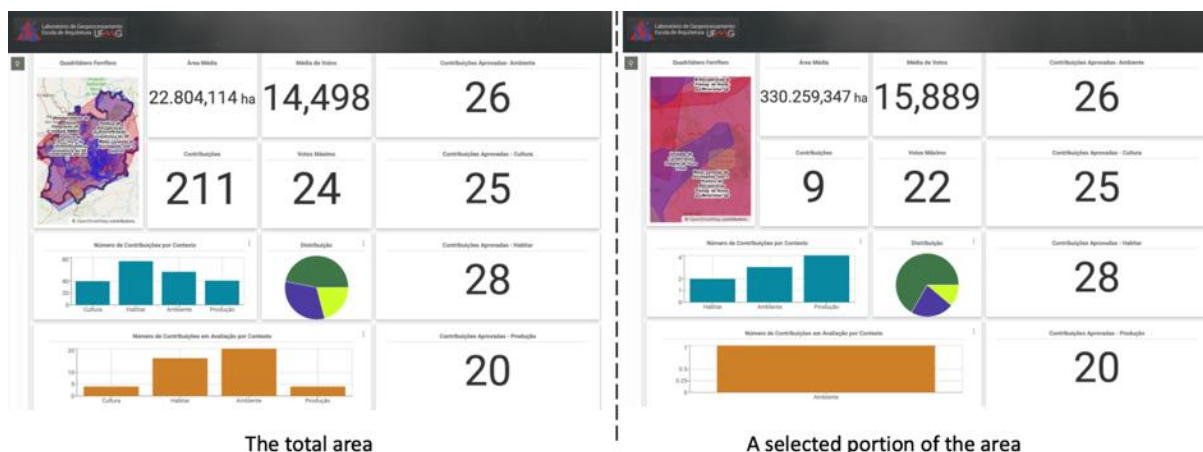


Fig. 106 – *Dashboard* com recursos de visualização por cartografia dinâmica – possibilidade de análise de toda a área ou de um recorte territorial. Fonte: Freitas, 2020.

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).

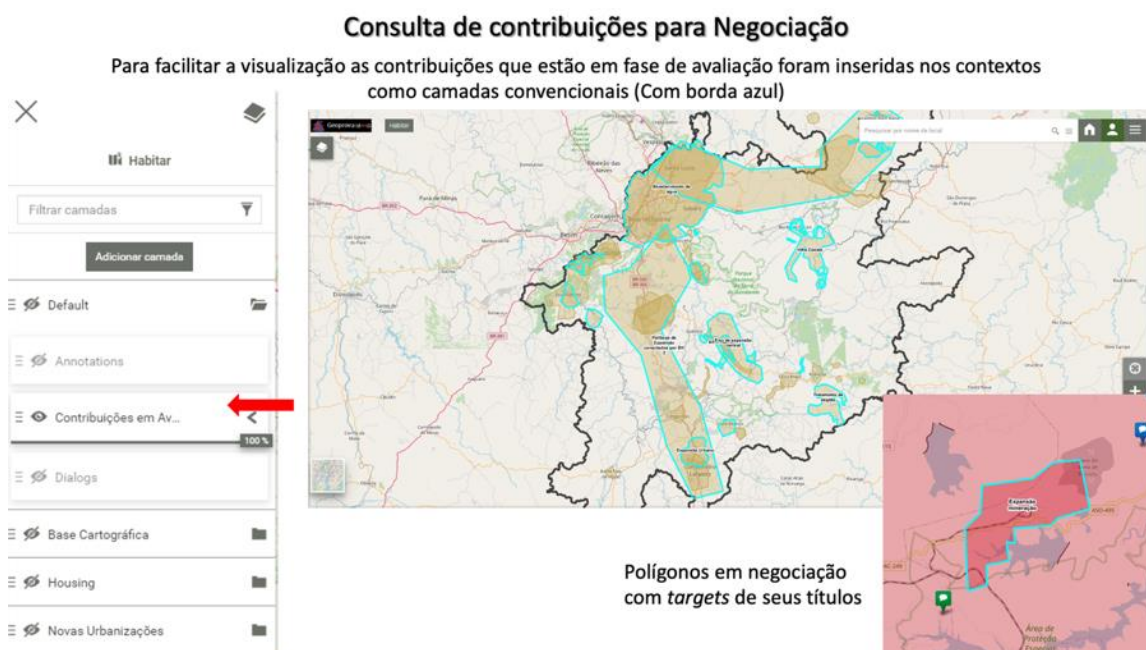


Fig. 107 – Destaque dos polígonos (contribuições) em análise por contexto, para facilitar o trabalho de nova interpretação pelos participantes (em borda azul e com títulos). Fonte: Freitas, 2020.

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).

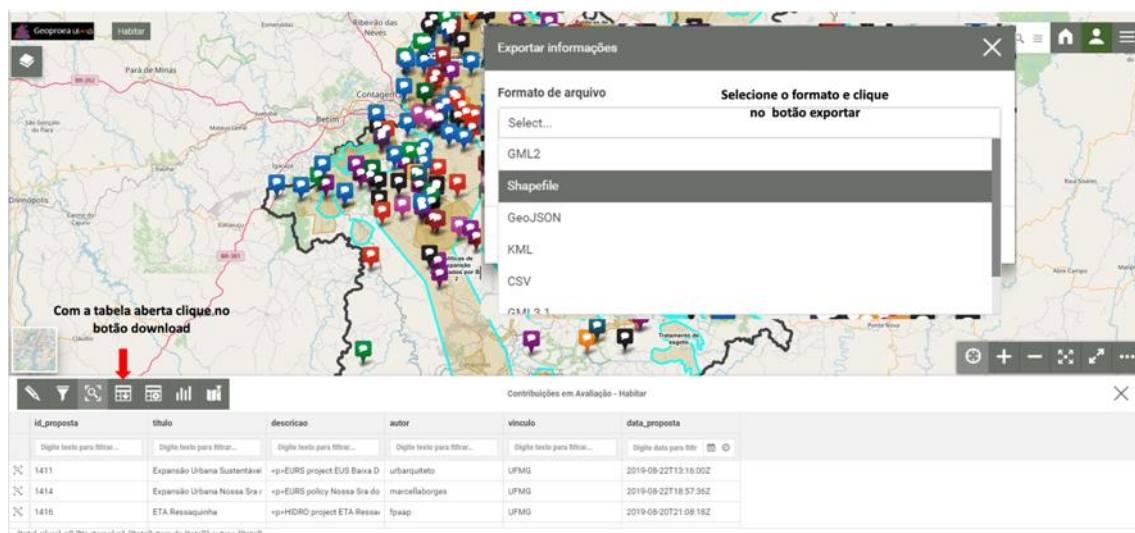


Fig. 108 – Possibilidade de realização de download de arquivos vetoriais e tabelas alfanuméricas, ou ambos. Fonte: Freitas, 2020.

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).

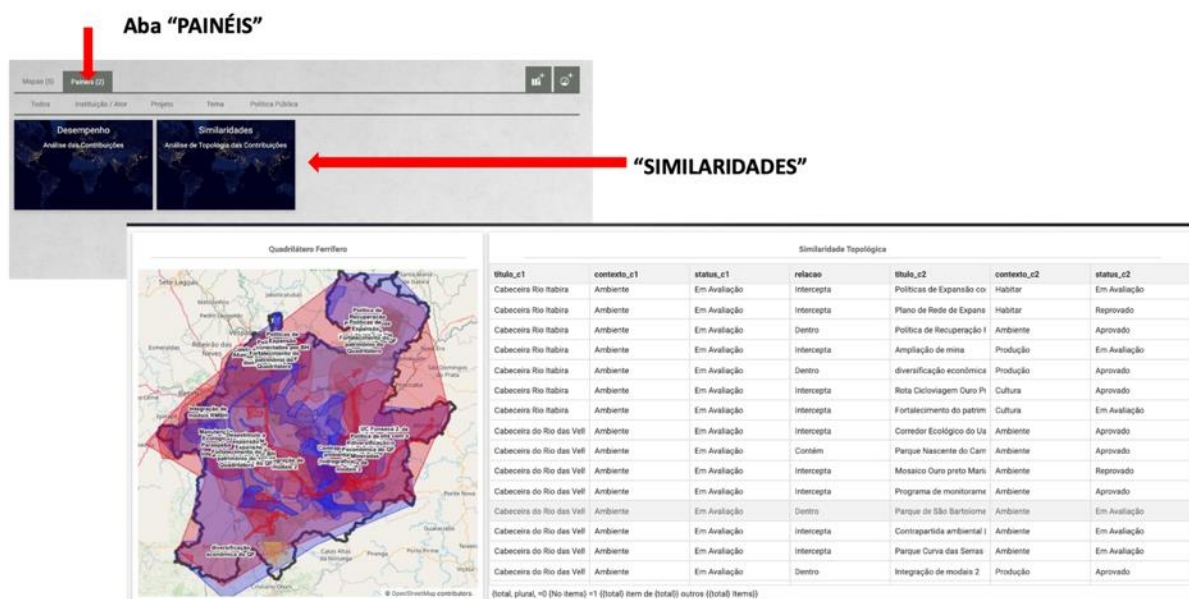


Fig. 109 – Na aba Painéis – Similaridade – Avaliações de possível similaridade topológica entre polígonos. Fonte: Freitas, 2020.

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”:

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 avaliações 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).

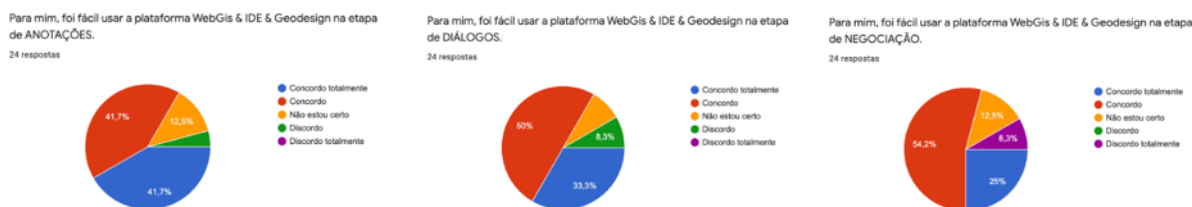


Fig. 111 – Resultado do questionário de avaliação - o nível de dificuldade das etapas. Fonte: Freitas, 2020.

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 específico, 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.

14.4.3. 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 tivemos 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 Avaliação 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).

14.5. 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 (Università Degli Studi de Milano, Università 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 Geossistêmica.

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.

15. PALAVRAS FINAIS À GUIA 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.

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).

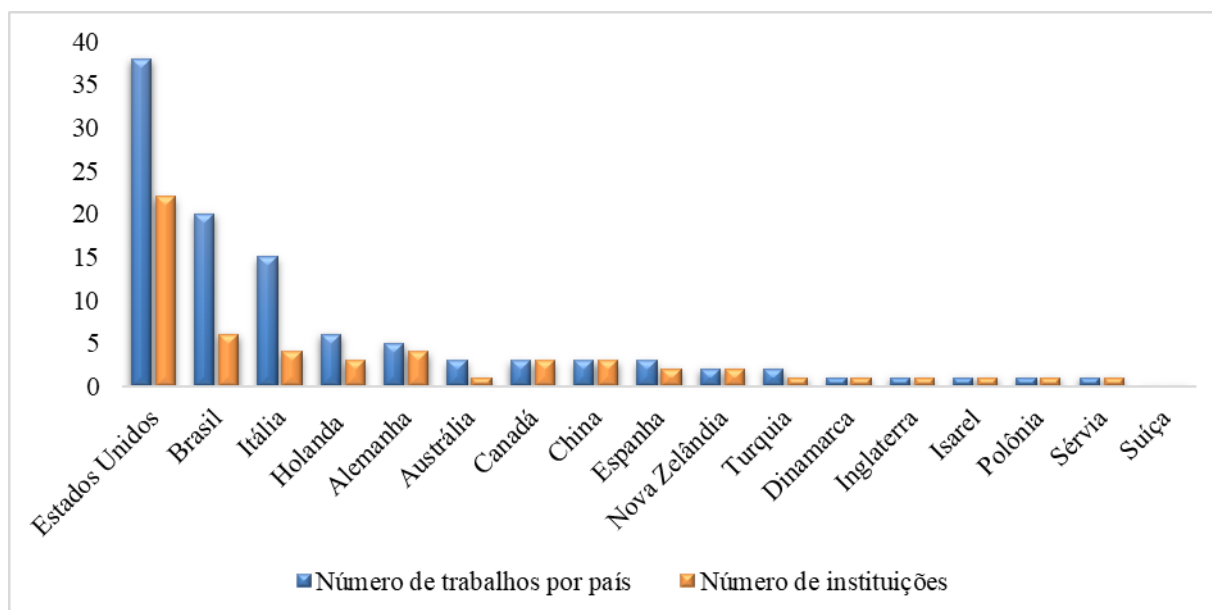


Fig. 113 – Distribuição das publicações por país. Fonte: Sutil, 2022. Framework para Zoneamento de Áreas de Proteção Ambiental. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC

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).

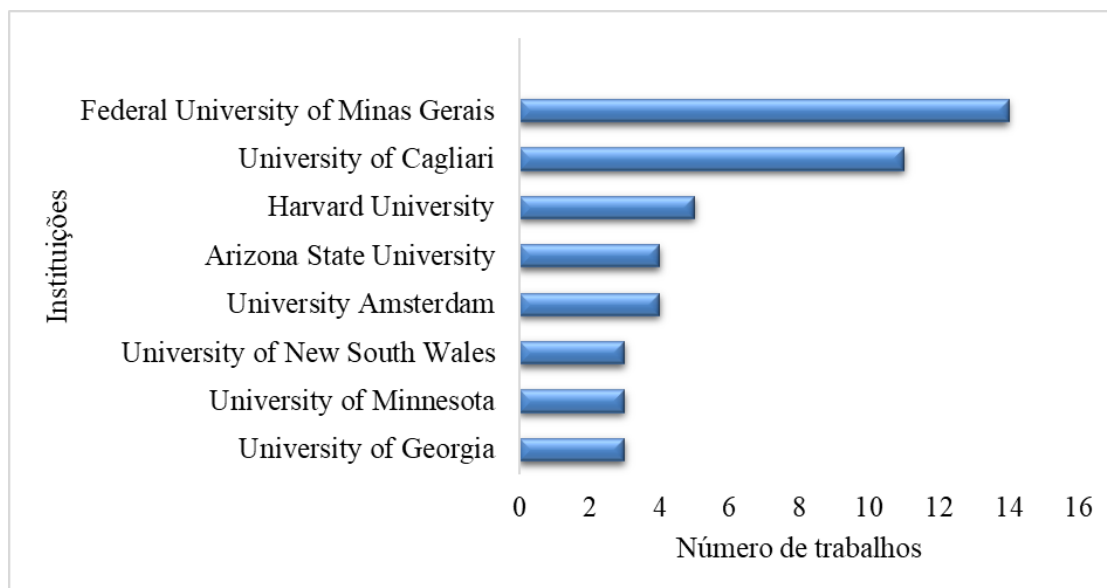


Fig. 114 – Distribuição das publicações por instituição. Fonte: Sutil, 2022. Framework para Zoneamento de Áreas de Proteção Ambiental. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

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.

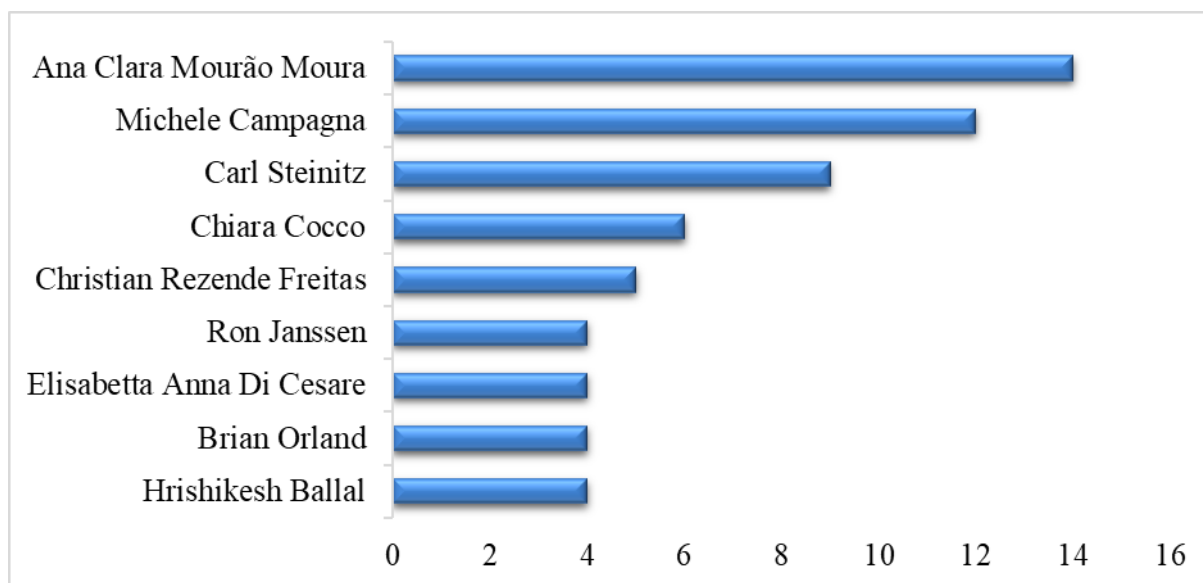


Fig. 115 – Distribuição das publicações por autor. Fonte: Sutil, 2022. Framework para Zoneamento de Áreas de Proteção Ambiental. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

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:

Conforme já mencionado, no relatório CNPq foi possível citar um quantitativo maior, lembrando que os recursos Fapemig só foram implementados de fato em março de 2021, então realizamos algumas citações antes disto, mas sem certeza de que o apoio de fato aconteceria. Assim, com citação do apoio FAPEMIG, ainda assim a produção é expressiva. Constatou-se a publicação de um livro de 610 páginas, 26 capítulos de livros, 11 artigos em revistas nacionais e internacionais, 1 tese de Doutorado e 1 Dissertação de Mestrado (há trabalhos em andamento). Produção de 97 mapas analíticos. Montagem de uma plataforma web-based com toda a coleção cartográfica, 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

16. 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 metaplaning 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 für 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: Addison-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, Livia 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. *1º. 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, Sílvia 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*, Università 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 Semiólogia 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. *Geografia y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*. 10, n. esp., p. 37-61, 2018.

ROSIÈRE, Carlos; CHEMALE JUNIOR, Farid. Itabirito 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.

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES: TÓPICOS DO RELATÓRIO CNPq, QUE ORIGINOU O SUPORTE FAPEMIG PPM:

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 passarem 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 fazem 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 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/>

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: capítulo 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 colaborar 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 enganos 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 estão 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 Moraes, 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 espacial, 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 Científica 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 abordam 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 em 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 em 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 Moraes – 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 dos Estados Unidos, que é 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 universidades, 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 - UFRJ + Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF; REGIÃO METROPOLITANA 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

ANEXO - LIVRO PUBLICADO, QUE COMPÕE O PRESENTE RELATÓRIO

Para verificarem o livro em seu formato original, indicamos:

<https://pedroejoaoeditores.com.br/produto/unidades-de-paisagem-e-geodesign-no-quadrilatero-ferifero/>