

ESTUDO DE CONFLITOS DE INTERESSE AMBIENTAL E ANTRÓPICO NA OCUPAÇÃO DA PAISAGEM DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS, IMAGENS RAPIDEYE E DEM ASTER

Laila Faria de Oliveira

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Arquitetura

Rua Paraíba 697, Savassi, Belo Horizonte, cep 30130-140

lailafaria@yahoo.com.br

Ana Clara Mourão Moura

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Arquitetura

Rua Paraíba 697, Savassi, Belo Horizonte, cep 30130-140

anaclaramoura@yahoo.com

Lucas Saliba

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Arquitetura

Rua Paraíba 697, Savassi, Belo Horizonte, cep 30130-140

lucassaliba@ufmg.br

Suellen Ribeiro

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Arquitetura

Rua Paraíba 697, Savassi, Belo Horizonte, cep 30130-140

suellen_ribeiro15@yahoo.com.br

RESUMO

O estudo aborda a caracterização da paisagem do Quadrilátero Ferrífero, local de paisagens expressivas que dão unicidade e identidade para o estado de Minas Gerais, com o objetivo de identificação dos conflitos de interesse entre a ocupação antrópica do território e as áreas prioritárias de proteção ambiental. Compõe parte dos projetos desenvolvidos no Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG, cujo objetivo maior é a caracterização da evolução da ocupação urbana na paisagem do Quadrilátero Ferrífero com vistas a dar apoio a aplicações em planejamento municipal e gestão da paisagem. Foram exploradas metodologias de mapeamento de cursos d'água através de imagens ASTER em sua composição de DEM pelo processo de construção de grade de acumulação de fluxo hídrico e testes de aplicação de diferentes limiares de definição de valores para a identificação de cursos hídricos. Uma vez construído o modelo hidrológico pelo DEM foram recortadas sub-bacias para que, a partir delas, fossem delimitados os topos de morro. Também a partir dos dados da imagem ASTER foi construído o mapa de declividades que ressalta as áreas de restrição à ocupação segundo o CONAMA (2002 e 2006) e a Lei 6766/79 (parcelamento do solo urbano). Foi realizado trabalho de classificação de imagens de satélite RAPIDEYE para a região, com vistas a identificar áreas de solo exposto, de ocupação urbana e de cobertura vegetal. Realizados os estudos descritos, o conjunto de dados foi combinado por análise de multicritérios, com o objetivo de construir o mapa de identificação das áreas de maior valor ambiental e de paisagem. O mapa foi cotejado com a ocorrência da ocupação antrópica do território para, finalmente, serem identificados os conflitos de interesses.

ABSTRACT

The study deals with the characterization of Quadrilátero Ferrífero Landscape, a place of expressive natural beauty that gives unicity and identity to the heart of Minas Gerais, with the goal of identifying conflicts of interest between the human occupation of the territory and the priority areas of environmental protection. Composed of the projects from the Laboratory of GIS, School of Architecture at UFMG, whose major objective is to characterize the evolution of urban settlement in the landscape of Quadrilátero Ferrífero. There were explored methods for mapping

streams through ASTER images in the composition of the DEM for the construction of grid flow accumulation of water, as well as the development of tests for the application of different thresholds definition of values for the identification of water resources. Once built the model by the DEM hydrologic sub-basins were cut so that from them, were limited to the hilltop. Also from the data of ASTER image was constructed slope map that highlights according to precepts of CONAMA resolutions (2002 and 2006) and Law 6766/79 governing the subdivision of urban land. Was carried out significant work for the classification of satellite image RapidEye to the region, with a view to identifying areas of exposed soil, occupation and urban land uses. The RapidEye image classification, supervised by digital procedure was carried out to compare the results of applying different techniques to measure the time involved in each procedure. Conducted the studies described, the data set was matched by multicriteria analysis in order to build the map identifying areas of highest environmental and landscape. This map has been compared to the occurrence of human occupation of the territory to finally be identified conflicts of interest.

Keywords: Geoprocessing, photogrammetry, images

1 INTRODUÇÃO

A compreensão dos valores de paisagem do Quadrilátero Ferrífero torna o entendimento da ocupação urbana e a adequabilidade da expansão extremamente importantes, no que diz respeito à conservação da paisagem e adaptação das atividades rurais e urbanas no espaço geográfico.

O Quadrilátero Ferrífero (QF) ocupa cerca de 18.000 km² na porção centro-sudeste de Minas Gerais e representa grande importância ambiental, mineral e geológica no estado. A área abriga 52 municípios e apresenta como referência paisagística as Serras da Piedade, Curral, Rola Moça e Serras Azuis na direção NE-NO, a Serra da Moeda à SE; Ouro Branco W-L e as Serras do Caraça e Gandarela no sentido SE-NO.

Segundo pesquisa bibliográfica, a CPMR explica que, no final do século XVII, a descoberta do ouro em Minas Gerais provocou o deslocamento de uma grande quantidade de pessoas interessadas na extração mineral que iniciaram a ocupação da região. A mineração aurífera pode ser considerada a atividade mais rentável durante o Brasil colônia e tornou Minas Gerais um pólo mundial de exportação de ouro e outros minerais. Desde o século XVIII a região abriga minas de ouro e atrai investimentos para a região. Um século depois, com o declínio da exploração do ouro, outros minerais começaram a ser explorados - como o ferro, manganês e a bauxita. A exploração dos recursos minerais deu ao Quadrilátero Ferrífero grande relevância econômica e ele é considerado, hoje, uma das regiões minerais mais importantes do Brasil e do mundo.

Além da importância na história da mineração, o Quadrilátero Ferrífero tem ainda grande importância turística, geológica e hidrogeológica. Possui conformações geológicas do período pré-cambriano, com unidades litológicas que abrigam rochas de origem sedimentar, metamórficas foliadas e de origem ígneas. A drenagem de suas águas abastece

rios de duas das principais bacias mineiras: do rio São Francisco e rio Doce. A importância turística da região está associada à riqueza de paisagem, à vegetação e aos rios. Na região estão presentes, ainda, diversos parques e APAs (áreas de preservação ambiental), além dos circuitos do Ouro e a Estrada Real.

A complexidade apresentada pela paisagem do Quadrilátero Ferrífero, bem como sua riqueza única em recursos minerais, é de especial interesse de estudo, e por esta razão foi escolhido como objeto de análise. O projeto “Representação e caracterização espacial da paisagem do Quadrilátero Ferrífero com o apoio do geoprocessamento”, LEITE, 2009, com o objetivo de promover estudos em técnicas e procedimentos metodológicos de aplicações do geoprocessamento na representação e análise da paisagem geral do Quadrilátero Ferrífero. Encontra-se em desenvolvimento, pelo Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG, estudos em cartografia digital e temática, comunicação cartográfica, Sistemas de Informações Geográficas e Realidade Virtual.

Neste projeto procura-se dar seqüência a estudos realizados previamente, com ênfase no estudo detalhado de manchas de áreas antropizadas e na análise de áreas de conflitos entre a ocupação antrópica e as áreas não-edificantes e de preservação ambiental. Como tecnologia explorada nessa abordagem, citamos softwares de classificação de imagens de satélite (PDI – processamento digital de imagens) e de análise espacial (análise multicritérios) desenvolvidos a partir da utilização de imagens RapidEye e ASTER, com abordagens praticamente inéditas em estudos urbanos.

A análise do uso e ocupação do solo e o tratamento de imagens provenientes do sensoriamento remoto adicionadas à aplicação de ferramentas de geoprocessamento são eficientes propostas no estudo da dinâmica da paisagem, bem como na avaliação de vetores de crescimento urbano e conflitos de interesses ambientais, de exploração mineral e de interesse urbano.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O estudo objetiva gerar produtos de análise e diagnóstico de ocupação na região do Quadrilátero Ferrífero através do mapeamento dos usos do solo e o cruzamento destes dados com informações ambientais, tais como existência de unidades de conservação e áreas de proteção (APP), geologia, declividades e vegetação. Visa também desenvolver e testar, em diferentes situações, o potencial metodológico permitido por técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, sobretudo para a ocupação antrópica do território, tema de interesse para a abordagem urbana e de paisagem do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMG.

2.1 Objetivos Específicos

- Realizar estudos sobre a ocupação no Quadrilátero Ferrífero, com ênfase nos conflitos de interesses ambientais e de ocupação urbana.

- Desenvolver metodologia inédita contendo parâmetros para a classificação das imagens Rapid-Eye para a região, com vistas a destacar a ocupação do solo de interesse para a pesquisa.

- Colaborar com um interesse do estado que criou o projeto “Quadrilátero 2050” com vistas a planejar como será a ocupação desta área fundamental para o estado, não só em termos dos recursos minerais existentes, mas, sobretudo, pela concentração de paisagens de grande valor cultural.

- Explorar novos modelos de geoprocessamento, praticamente inéditos em estudos urbanos.

- Explorar modelos de análises multicritérios.

- Motivar e apoiar docentes e alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo a fazerem investigações sobre as possibilidades das geotecnologias, especialmente os modelos mais inovadores de análise espacial e fornecer dados relativos à área do Quadrilátero Ferrífero.

3 METODOLOGIA

Utilizou-se como proposta metodológica a aplicação de softwares de geoprocessamento, ArcGis (ESRI, 2008) e Spring (INPE, 2010), e o uso de imagens de sensoriamento remoto (RapidEye e ASTER), como eficiente análise dinâmica da cobertura do solo. Os modelos de análise espacial empregados foram de análise multicritérios e análise combinatória de bases matriciais.

3.1 Classificação de Imagens de Satélite no Spring

O processamento digital de imagens foi organizado de modo a permitir a classificação da cobertura do solo e separação de tipologias de manchas urbanas e áreas de solo exposto, denominadas áreas antropizadas, e dos níveis de cobertura vegetal separados em rasteira, arbustiva e arbórea.

O mapeamento da região quanto ao seu uso e ocupação foi feito a partir da classificação de imagens Rapid-Eye. Utilizou-se as bandas 3, 4 e 5, BGR. Tais bandas destacam a vegetação que fica com uma coloração alanjada, facilitando a classificação da cobertura vegetal. As imagens Rapid-Eye têm uma resolução de 25m² por pixel e são organizadas na forma de um mosaico, com cenas de 625 km². A área do Quadrilátero Ferrífero ocupa 43 cenas, ou seja, seria necessário o mapeamento de cerca de 26.875 km² para cobrir a região.

O roteiro para classificação das imagens foi dividido em 4 etapas. A primeira consistiu na organização da área de trabalho. Para tanto criaram-se bancos de dados, projetos e modelos de dados. Definiram-se as coordenadas de canto da área de trabalho e correção do contraste para realçar elementos. A segunda etapa foi a segmentação da imagem por similaridade de *pixels*, que pode ser visualizada na figura 1. Segundo Carvalho (2010):

“...a segmentação da imagem baseia-se em agrupar os pixels que apresentam comportamento espectral semelhante, ou seja, em identificar pixels vizinhos com valores de refletância semelhantes, o que resulta em uma pré-classificação.”

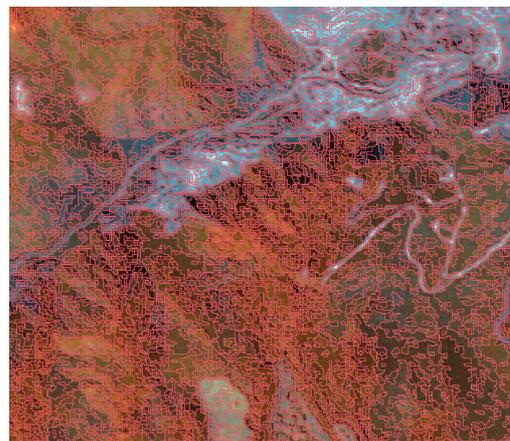


Figura 1 – Segmentação das áreas por pixels similares.

A terceira etapa consistiu na definição das chaves de classificação, que separam as tipologias de cobertura do solo. Foram definidas para este estudo cinco classes de ocupação: água/sombra, vegetação rasteira, vegetação arbustiva, vegetação arbórea, solo exposto, área urbana. O agrupamento das classes água e sombra foi feito em função da similaridade espectral de ambas, que provoca confusão entre as classes durante o processo de classificação. Para realizar a

classificação são recolhidas amostras de regiões previamente segmentadas. Quanto maior o número de amostras colhidas, mais próximo da realidade se aproxima a classificação. As figuras 2 e 3 mostram a imagem antes (Figura 2) e após a classificação (Figura 3).



Figura 2 – Imagem RapidEye



- LEGENDA**
- ÁGUA/SOMBRA
 - SOLO EXPOSTO
 - VEG. ARBÓREA DENSA
 - VEG. ARBUSTIVA
 - VEG. RASTEIRA
 - ÁREA URBANA

Figura 3 – Imagem RapidEye classificada

Na quarta etapa relacionaram-se as classes geradas aos temas e fez-se a conversão das matrizes (*rasters* geradas) para vetores (*shapes*), que facilita o uso da base de dados construída. O resultado da

classificação é, portanto, a obtenção de *shapes* de cada classe que podem ser utilizadas para diversas análises futuras.

3.2. Análise Multicritérios

A análise multicritérios foi utilizada com o intuito de promover a combinação de variáveis e gerar um mapa que indicasse o grau de interesse de preservação ambiental segundo a integração das diferentes camadas. Para tanto foram selecionadas variáveis de acordo com o interesse de preservação, inicialmente na forma de mapas temáticos, e, posteriormente, como planos de informação de interesse de cada tema. A combinação das variáveis é explicada por Moura (2007):

“O procedimento baseia-se no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final. A matemática empregada é a simples Média Ponderada. O processo é realizado por atribuição de pesos e notas para cada camada por consulta a especialistas ou conhecimento específico do território e suas complexidades, seguido por álgebra de mapas matriciais.”

As variáveis foram combinadas, como mostra o fluxograma a seguir (Figura 4). A porcentagem indica o peso atribuído a cada variável.

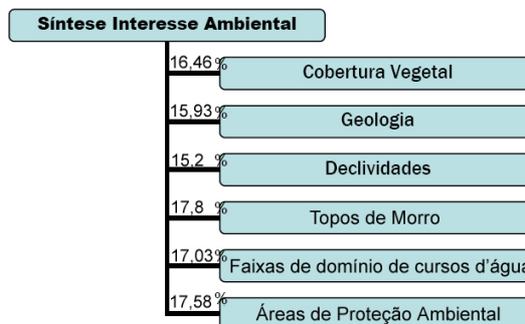


Figura 4: fluxograma de variáveis e pesos empregados.

Para gerar os dados necessários para iniciar a análise utilizou-se imagens ASTER, (cujos pixels têm informações altimétricas) para gerar curvas de nível que foram interpoladas de 10 em 10 metros. As curvas possibilitaram a construção do mapa de declividades (Figura 5) classificadas de acordo com resolução do CONAMA nº 289/2004, nas faixas, 0 a 5%, 5 a 15%, 15 a 30%, 30 a 47% e acima de 47%. As áreas com declividade acima de 47% têm especial interesse de preservação devido a instabilidade e baixa aptidão para recuperação e por isso são consideradas áreas não edificantes pela Lei Federal nº 4.771/1965.

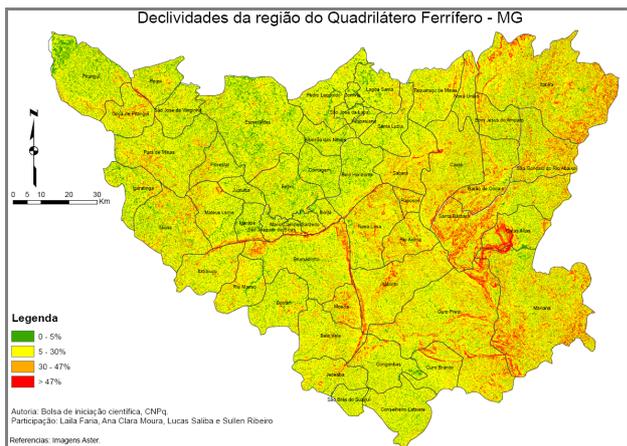


Figura 5: Mapa de Declividades da Região do Quadrilátero Ferrífero.

O mapeamento da rede hidrográfica foi feito a partir de informações altimétricas das imagens ASTER e da ferramenta *hydrology*, do software Arcgis. Determinou-se um limiar de acumulação, após alguns testes, que foi decisivo na delimitação das bacias e subbacias da área do QF. A Figura 6 mostra o mapa da rede hidrográfica.



Figura 6: Rios e Subbacias da Região do Quadrilátero Ferrífero

Consideradas Áreas de Proteção Permanente (APP), segundo a Lei Estadual de Minas Gerais, 14309, 2002; a determinação das áreas de topos de morros foi feita através do cálculo da variação altimétrica entre a cota mais baixa e a mais alta, tendo por base o talvegue e o topo das sub-bacias delimitadas. Dividiu-se a variação altimétrica por três em que foi definido como topo de morro o terço mais alto do cálculo (Figura 7).

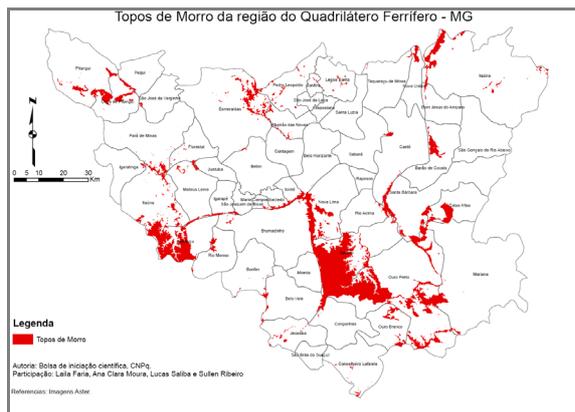


Figura 7: Topos de Morro da Região do Quadrilátero Ferrífero

O mapa temático de geologia representa as principais unidades geotécnicas do Quadrilátero que foram agrupadas, segundo Parizzi (2011), da seguinte maneira: grupo 1: rochas ígneas ácidas, intermediárias e metamórficas correspondentes. Grupo 2: depósitos recentes, grupo 3: Rochas Meta-sedimentares pelíticas e areníticas (psefiticas) associadas. Grupo 4: Rochas básicas e metabásicas e associadas. Grupo 5: Quartzitos e metaconglomerados. Grupo 6: Filitos, xistos e quartzitos alternados. Grupo 7: Rochas calcárias e pelíticas associadas e grupo 8: Rochas metassedimentares de origem química e detrítico-química de acordo com o mapa da Figura 8.

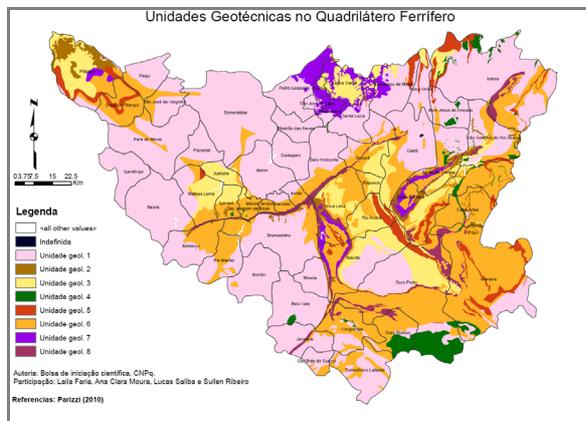


Figura 8: Unidades Geotécnicas no Quadrilátero Ferrífero (adaptado de Parizzi, 2010.)

A base utilizada para áreas de proteção Ambiental corresponde às unidades de conservação utilizando-se de uma compilação feita pela Coordenação de Zoneamento Ambiental do IBAMA a partir de dados de diversas fontes oficiais e não-oficiais (CNUC, MMA, IBAMA, ICMBio, OEMA, ONG etc.) como pode-se observar a seguir na Figura 9.

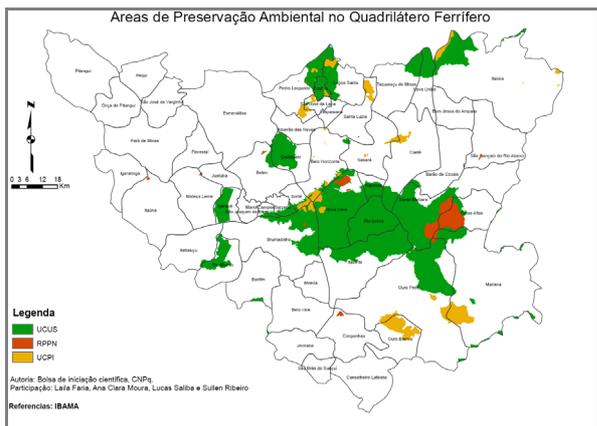


Figura 9: Áreas de Preservação Ambiental no Quadrilátero Ferrífero.

A área de cobertura vegetal foi retirada a partir da classificação do uso e ocupação do solo de imagens Landsat, utilizando-se do mesmo processo utilizado nas imagens RapidEye (Figura 10).

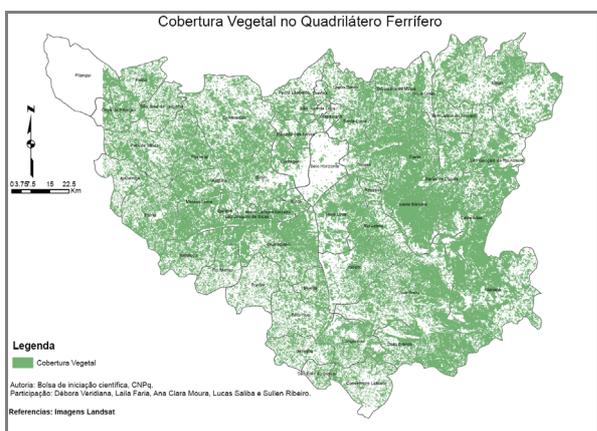


Figura 10: Cobertura Vegetal no quadrilátero Ferrífero.

Diante de cada camada de informação foi necessário verificar o grau de pertinência no conjunto de variáveis, colocando-as em uma hierarquia segundo o interesse de preservação ambiental. Isto resulta em um mapa síntese que indica, de zero a 10, o grau de interesse de preservação em cada unidade territorial de 50 por 50 metros. O resultado da combinação das variáveis foi feito segundo média ponderada em que utilizou-se pesos e notas baseados no interesse de preservação ambiental da região implicando no mapa de multicritérios da Figura 11.

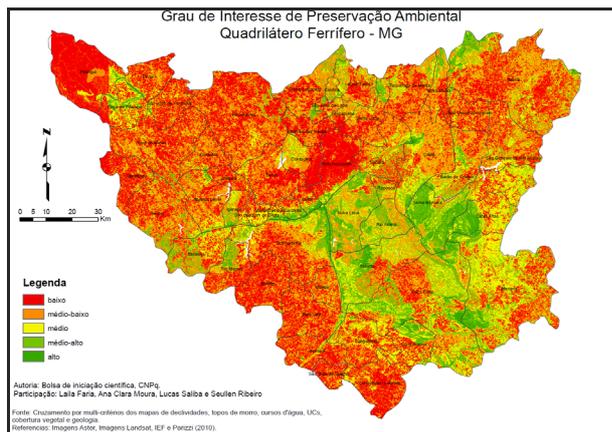


Figura 11: Mapa síntese do grau de preservação ambiental.

Uma vez realizado o mapa síntese por análise multicritérios, a finalidade é identificar e localizar os conflitos entre as áreas de ação antrópica e as áreas de preservação ambiental. O mapa de conflitos entre ocupação antrópica e áreas de interesse de preservação ambiental foi construído através de da aplicação de análise combinatória para separar e identificar as combinações entre os graus de interesse de preservação e as áreas antropicas ou não. A lógica de análise continua sendo a análise matricial, em que são identificadas as possíveis combinações, como mostra as tabelas da Figura 12. O resultado da compilação dos dados pode ser observado no mapa da Figura 13. Destaca-se que tendo em vista que a classificação da Rapid-Eye é muito empenhativa e morosa, são apresentados resultados parciais para as cenas já trabalhadas, que terão continuidade no desenvolvimento do projeto.

		SIM		NÃO	
		0	1	2	3
INTERESSE AMBIENTAL	Alto	0	0	1	1
	Médio a Alto	4	2	3	2
	Médio	8	4	5	4
	Médio a Baixo	12	6	7	6
	Baixo	16	8	9	8

		SIM	NÃO
INTERESSE AMBIENTAL	Alto	Grave	Excelente
	Médio a Alto	Problema	Ótimo
	Médio	Alerta	Bom
	Médio a Baixo	Média Conformidade	Média Conformidade
	Baixo	Conforme	Sem Interesse de Preservação

Figura 12: matriz de combinação de interesses conflitantes – Interesse Ambiental & Ocupação Antrópica.

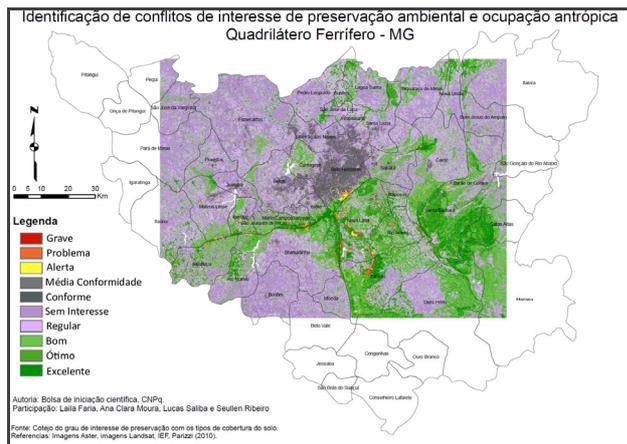


Figura 13: Mapa de conflitos entre preservação ambiental e ocupação antrópica. Análise realizada apenas para as áreas onde foi realizada a classificação da Rapid-Eye.

Outra análise foi feita com o intuito de verificar as áreas de restrições legais à ocupação. Essas áreas compreendem áreas de proteção permanente (APPs), segundo a Lei Estadual de Minas Gerais, 14309, 2002, e de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPNs). Tais áreas tem restrições legais para ocupação antrópica e, portanto são áreas de preservação ambiental como indica o esquema da Figura 14 e o mapa da Figura 15.

Na seqüência os dados foram cotejados com áreas de ocupação antrópica, utilizando novamente da combinação das variáveis por análise matricial, indicando os conflitos de restrições legais e ocupação como indica o mapa da Figura 16. Também nessa análise, em virtude da classificação da Rapid-Eye ser muito empenhativa e morosa, são apresentados resultados parciais para as cenas já trabalhadas, o que terá continuidade no desenvolvimento do projeto.

		Ocupação Antrópica	
		Sim	Não
Restrição Legal	Sim	Conflito	Interesse Ambiental
	Não	Interesse Antrópico	Sem Conflito

Figura 14 – Matriz de cotejo de ocupação antrópica e áreas de restrição legal à ocupação.

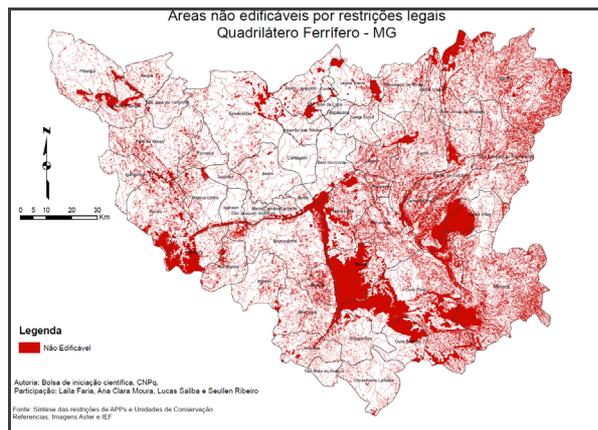


Figura 15: Mapa de áreas não edificáveis por restrições legais.

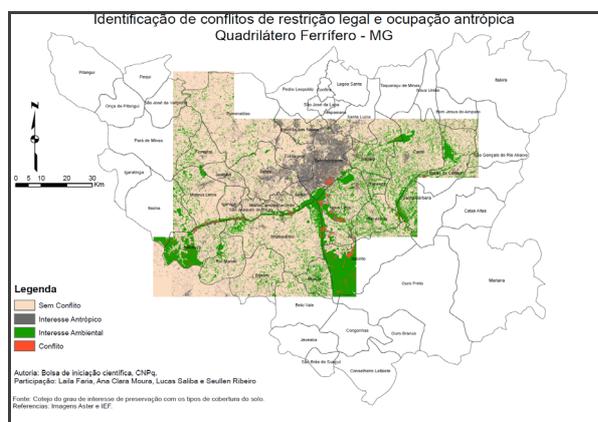


Figura 16: Mapa de conflitos entre áreas não edificáveis e ocupação antrópica.

4 RESULTADOS OBTIDOS – DIFICULDADES E IMPLICAÇÕES

A principal dificuldade encontrada e causa da maioria dos problemas foi o tamanho da área de trabalho. Cada cena possui uma área de 625km², o quadrilátero ocupa 43 cenas. Essa área dificulta o processo de classificação e requer máquinas com processadores e memória de alta qualidade. No início da classificação, as imagens não carregavam. Foram feitas várias tentativas com recortes de imagem cada vez menores para verificar as áreas em que fosse possível abrir as imagens e completar todas as etapas do processo de classificação. Outra dificuldade foi relativa à versão do software. A versão 4.1 do Spring apresentava limitações durante a abertura de imagens acima de 8 bits. Foi necessário instalar a versão 5.1.6 para dar continuidade ao trabalho. A versão mais atual 5.1.7, disponível gratuitamente no site do INPE, deu erro em uma faixa da imagem durante a segmentação. Foram feitos testes em 3 máquinas e com recortes de imagens diferentes. Dessa maneira, optou-se por trabalhar com a versão 5.1.6.

A cada etapa surgiam novos erros e limitações do software impediam que o processo fosse completado. Algumas imagens, mesmo com recorte

muito menor, não carregavam ou ficavam sem informação. A estratégia utilizada foi abrir previamente as imagens em outro software e salvá-las com outro nome, com poucos caracteres. Após realizar esse processo, as imagens carregaram.

A etapa mais lenta, que exige maior empenho do *hardware*, é a etapa de segmentação. O recorte das imagens e testes de índice de similaridade foi bastante lento, sobretudo porque a revisão bibliográfica comprovou que há um número muito restrito de publicações com procedimentos e parâmetros relativos ao uso destas imagens, então seria nosso papel estabelecer referências para estudos futuros. Não foram identificados artigos nacionais que tratassem do tema. Após várias tentativas, foi desenvolvido um procedimento metodológico, como mostra a figura 16, para recortar cada cena em 9 partes, definindo as coordenadas de canto (Figura 17). Dessa maneira foi possível completar todas as etapas sem erros ou travamentos do sistema. Cada um dos recortes tem um retângulo de trabalho de aproximadamente 70km².

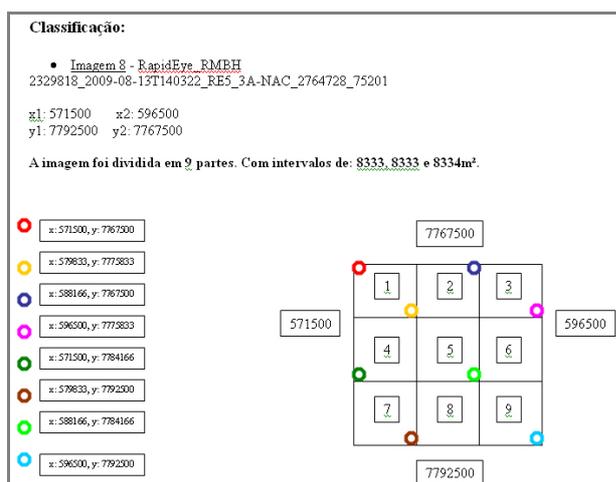


Figura 17: Esquema de recorte das cenas.

O processo de classificação foi realizado em média duas vezes em cada recorte de cena. Muitas vezes o *software* não associou alguns pixels às amostras, gerando áreas brancas, ou sem informação. Para garantir uma classificação de boa qualidade e sem áreas brancas, a classificação foi repetida tantas vezes quanto fossem necessárias para obter o resultado esperado e conseguir associar, a praticamente todos os pixels, a respectiva tipologia de ocupação. Em decorrência da demora do processo de classificação e do tamanho da área a ser classificada a classificação não foi concluída em toda a extensão do Quadrilátero Ferrífero. Optou-se por concluir as demais análises e dar continuidade às classificações em estudos posteriores.

A análise multicritérios foi feita a partir da escolha da coleção de algumas bases de dados previamente obtidas e outras geradas para completar a

análise. A imagem ASTER utilizada, em uma pequena área da região da serra do Caraça, apresentava um erro de altimetria, provavelmente devido a erro de captura do satélite. Havia algumas cotas de aproximadamente 3.700m que, na região, não ocorrem. A conferência da cota máxima por trecho pôde ser obtida com uma consulta bibliográfica no IBGE. Tentou-se corrigir esse erro modificando a tabela de atributos associadas, no entanto, a tabela tinha alguma proteção na coluna dos valores (*value*) que impossibilitou a correção. Para solucionar o problema, as curvas foram desenhadas manualmente no trecho problemático.

O processo de execução do mapa de declividades precisou ser repetido algumas vezes em decorrência de novos erros no software ao tentar criar o mapa de toda a extensão. Mais uma vez foi necessário dividir a área em recortes menores. Para o mapa de declividades os recortes foram em municípios, ou seja, 52 partes.

5 CONCLUSÕES

Observa-se que o Quadrilátero Ferrífero ainda apresenta paisagem de grande valor para o estado, com destaque para expressiva cobertura vegetal, paisagem composta por topos de morro, nascentes e cursos d'água que banham grande parte do estado (nele se encontra a nascente do Rio das Velhas) e possui composição geológica que fazem do local uma região de grande interesse de mineração. O Quadrilátero é motivo de conflitos de interesse de preservação ambiental, devido a paisagem e valores ambientais de alto valor, interesses de exploração econômica devido ao minério de ferro e outras riquezas minerais que são tão abundantes e ricas que chegam a dar nome ao minério, e interesses de ocupação antrópica na área da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Pode-se dizer que se concentraram no mesmo espaço grandes valores ambientais, econômicos e antrópicos. O quadro abaixo (Figura 18) mostra o percentual em área do resultado das combinações de interesse de preservação ambiental e ocupação antrópica na região do QF conforme o mapa de conflitos apresentado (Figura 13).

Grave	0.19%
Problema	0.73%
Alerta	1.33%
Média Conformidade	2.10%
Conforme	6.25%
Sem interesse de Preservação Ambiental	27.79%
Regular	28.18%
Bom	17.98%
Ótimo	11.64%
Excelente	3.76%

Figura 18: relação entre os resultados do mapa de conflitos e o percentual relativo de área em m².

A pesquisa que ora se apresenta é um primeiro olhar sobre os potenciais, interesses e conflitos existentes, mas cabem desdobramentos e continuidade da investigação.

O resultado obtido nesta pesquisa gera produtos de análise e diagnósticos de ocupação. O mapeamento apresentado, assim como os parâmetros e processos metodológicos e dados quantitativos desenvolvidos podem ser apresentados como parte de um processo de investigação científica a que se pretende dar continuidade.

As dificuldades metodológicas são parte do processo de estudo. Futuramente, outro pesquisador já obterá referências de parâmetros para o processamento digital de imagens Rapid-Eye, uma vez que a consulta bibliográfica indicou escassez de publicação sobre o uso deste tipo de imagem no Brasil. Neste trabalho, pode-se destacar ainda:

-A produção de mapas temáticos bastante detalhados sobre a mancha de ocupação antrópica e tipologias de cobertura vegetal na região do QF.

- A produção de mapas temáticos de apoio à tomada de decisões para a gestão ambiental, tais como as APPs.

- A indicação e localização dos conflitos de interesse, para apoio a políticas públicas de ocupação sustentável do território.

- A valorização do tema “Quadrilátero Ferrífero”, importante patrimônio ambiental, paisagístico e cultural de Minas Gerais.

Como desdobramentos futuros, espera-se dar continuidade às classificações de imagens iniciadas, uma vez que a demanda de tempo é significativa e que neste primeiro momento foi necessário focar em obtenção de parâmetros. O tema do Quadrilátero Ferrífero é muito atual e de grande importância e interesse para o estado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artigos:

Leite, Débora Veridiana Brier, Representação e caracterização espacial da paisagem do Quadrilátero Ferrífero com o apoio do geoprocessamento, Relatório Técnico de Bolsa de Iniciação Científica, UFMG, 2009.

Moura, Ana Clara Mourão, Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise Multicritérios, Florianópolis, XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, 2901p.

Moura, Ana Clara M., Magalhães, Danilo Marques, Parizzi, Maria Giovanna. Vocações e Conflitos de Interesse na Ocupação do Território da Região

Metropolitana de Belo Horizonte – Apoio ao Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, 2011.

Parizzi, Maria Giovanna, Moura, Ana Clara M., Memória, Eduardo, Magalhães, Danilo Marques. Mapa de unidades geotécnicas da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Relatório Técnico – Plano Diretor Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte, UFMG, 2010.

Carvalho, Grazielle Anjos; MOURA, Ana Clara Mourão UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Análise espacial urbano-sócio-ambiental como subsídio ao planejamento territorial do município de Sabará. 2010. xii, 133 f., enc.: Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências.

Apostila:

INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais, Divisão de Processamento de Imagens, Apostila Spring, 2005. (www.dpi.inpe/spring)

Leis:
RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002

LEI ESTADUAL MG nº 14309/ 2002.

CÓDIGO FLORESTAL, LEI Nº 4.771, 1965.

Sites:
http://www.cprm.gov.br/estrada_real/historia_mineracao.html

<http://www.ibge.gov.br>

<http://www.ibama.gov.br/>