

Resumo

O Quadrilátero Ferrífero (QF) localiza-se na porção centro-sudeste de Minas Gerais, Brasil. Nesta região existe um número elevado de áreas protegidas, categorizadas como Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral ou de Uso Sustentável. Dentre estas, tomou-se como área de estudo neste trabalho o Parque Estadual da Serra do Rola-Moça (PESRM) e a Estação Ecológica de Fechos (EEF) visando identificação e delimitação de Unidades de Paisagem (UPs). A metodologia foi baseada na interação dos elementos constitutivos da paisagem e utilização de processo de mineração de dados para buscar padrões que pudessem definir espacialmente essas UPs. Foram combinadas as seguintes variáveis: densidade hidrográfica, hipsometria, declividade, geologia, litologia, relevo, uso da terra, pedologia e zoneamento. As 2271 combinações geradas foram submetidas a um processo de mineração de dados com classificação baseada em árvore de decisão utilizando o algoritmo J48. A classificação apresentou taxa de acerto total de 94.69% indicando um excelente desempenho de acordo com o índice Kappa. Foram identificadas quatro Unidades de Paisagem.

Palavras-chave: Parque Estadual da Serra do Rola-Moça; Estação Ecológica de Fechos; Unidades de Paisagem; Modelagem Ambiental; Mineração de Dados.

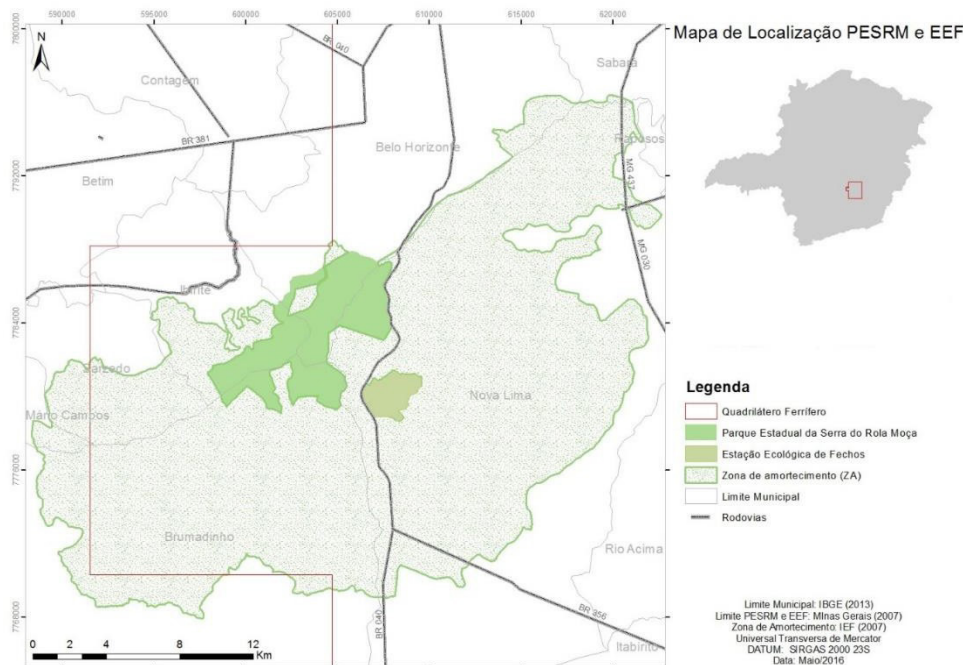
Abstract

The Iron Quadrangle (QF) is located in the central-southeastern portion of Minas Gerais, Brazil. In this region there are a large number of protected areas, categorized as Conservation Units (UC) of Integral Protection and Sustainable Use. Among these, it was used as geographic scope of this work the Serra do Rola-Moça State Park (PESRM) and the Fechos Ecological Station (EEF). This work aimed to establish a subdivision of the area in Landscape Units. The methodology was based on the interaction of the constituent elements of the landscape and the use of data mining process to search for patterns that could spatially define these UPs. The following variables were combined: hydrographic density, hypsometry, slope, geology, lithology, relief, land use, pedology and zoning. The 2271 combinations generated were submitted to a data mining process with classification based on decision tree using the algorithm J48. The classification showed a total hit rate of 71.11%, indicating a good performance according to the Kappa index. Four Landscape Units were identified.

Keywords: Serra do Rola-Moça State Park; Fechos Ecological Station; Landscape Units; Environmental Modeling; Data Mining

Introdução

Inseridos no Quadrilátero Ferrífero, porção centro-sudeste de Minas Gerais, mais especificamente na Região Metropolitana de Belo Horizonte, o Parque Estadual da Serra do Rola-Moça (PESRM) e a Estação Ecológica de Fechos (EEF) estão entre as Unidades de Conservação (UCs) do estado classificadas como de Proteção Integral (Figura 1).



Fonte: Minas Gerais, 2007, elaborado pelas autoras (2016)

Figura 1: Mapa de localização com apresentação de acesso ao PESRM e EEF.

Situados num ambiente que envolve vegetação do bioma cerrado, matas ciliares e campos ferruginosos, essas UCs foram criadas em 27 de setembro de 1994, respectivamente pelos Decretos Estaduais nº 36.071 e nº 36.073, com a finalidade de conservação dos ecossistemas locais caracterizados por alto grau de endemismo de fauna e flora e ainda de importantes mananciais de água que abastecem uma parcela relevante da população de Belo Horizonte e de outros municípios vizinhos.

Apresentando um cenário mesclado por áreas preservadas e espaços antropizados, o PESRM e a EEF têm em seu entorno intensa atividade minerária e processos de urbanização.

Visando a conservação e seguindo a recomendação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) que prevê o delineamento dos objetivos gerais da UC, a concepção de zoneamento e a consequente proposição de normas para o uso da área e manejo de seus recursos naturais, uma análise estratégica da situação geral do PESRM foi realizada. A partir dessa avaliação, baseada nas condicionantes impostas pelas variáveis dos ambientes externo e interno, foi elaborado um Plano de Manejo.

Segundo esse instrumento de planejamento, foram definidas 8 zonas com base especialmente nos estudos sobre o meio físico e biótico. O ponto de partida para o processo de definição dos limites das zonas foi a identificação de características ambientais para as áreas amostradas durante a Avaliação Ecológica Rápida (AER) no interior da Unidade. Além da proposição do zoneamento da área

do PESRM, foi definida a Zona de Amortecimento (ZA) que inclui da Estação Ecológica de Fechos (EEF), em função de sua importância e proximidade ao PESRM.

De acordo com o IBAMA, o Plano de Manejo é um instrumento dinâmico e deve ser revisto de modo a aperfeiçoar o zoneamento e suas finalidades buscando adequação às novas necessidades da UC a fim de continuar cumprindo seu papel de ferramenta de planejamento do gestor. O Plano de Manejo do PESRM foi produzido em 2007 e previa um horizonte de planejamento de cinco anos. Passados quase dez anos não se tem notícia que alguma revisão tenha sido feita.

A necessidade de um estudo que possa subsidiar a necessária e prevista revisão do Plano de Manejo do PESRM e o fato de existirem atualmente novos preceitos teórico- metodológicos de caracterização dos territórios das UCs, justificam a proposta desse trabalho. O objetivo é analisar a paisagem do PESRM e da EEF com o intuito de elucidar a influência de seus elementos constitutivos nos territórios em questão visando a proposição de diretrizes para um planejamento e gestão mais adequados dessas Unidades de Conservação.

A análise da paisagem como instrumento de planejamento

Estudos recentes (VERDUM et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007; AMORIM & OLIVEIRA, 2008; WEISS et al., 2013; SANTOS, 2014) propõem a caracterização dos territórios das UCs a partir de métodos de análise da paisagem.

Essa tendência tem origem na absorção da Teoria Geral dos Sistemas e do conceito de sistema complexo pela ciência geográfica. Segundo Amorim (2012), este aporte, ocorrido principalmente após a segunda metade do século XX, trouxe o retorno da Geografia ao estudo da totalidade numa perspectiva holística pós-moderna. Ainda de acordo com esse autor, a emergência da abordagem sistêmica nas análises das relações entre sociedade e natureza, fez emergir, entre outros conceitos, o de Geossistema.

Troppmair e Galina (2012) afirmam que, ao introduzir o termo geossistema, Sothava o deixou de tal forma vago que possibilitou que outras interpretações fossem feitas e por isso o termo foi utilizado por vários geógrafos com conteúdo, metodologia, escala e enfoque diferente. Lembrem, por exemplo, que para Rougerie e Beroutchachvili, segundo publicação de 1991, o geossistema é composto por 3 componentes: os abióticos (litosfera, atmosferas, hidrosfera que formam o geoma), os bióticos (flora e fauna), e os antrópicos (formado pelo homem e suas atividades) e concluem que “o Geossistema é um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo homem”. Com relação à questão da escala, para esses autores está claro que o termo geossistema, conforme concebido, diz respeito a áreas extensas. Entretanto, destacam a importância da contribuição de Bertrand ao estudo dos geossistemas, notadamente com a inclusão da dimensão temporal.

Marques Neto (2008) traz as considerações de Troppmair (2004) e Bertrand (1971) para ilustrar a associação entre os termos paisagem e geossistema, ressaltando que ambos os pesquisadores trazem o caráter sistêmico da paisagem. Segundo este autor, enquanto Troppmair a vê como a própria fisionomia do geossistema, Bertrand apresenta uma definição de paisagem muito próxima desse conceito quando afirma ser, a paisagem, resultado da combinação dinâmica dos elementos que a constituem, existindo uma reação dialética de uns sobre os outros, e

não uma simples adição dos mesmos. Concluindo, Marques Neto (2008) coloca que “a abordagem sistêmica dentro da Geografia mostra uma tendência de sobreposição conceitual entre paisagem e geossistema, sendo comumente discutidos de forma associada e por vezes considerados a mesma categoria de análise”.

A opção pela análise da paisagem como subsídio ao zoneamento ambiental parece bem justificada na medida em que se entende a paisagem como a materialização das relações entre a sociedade e a natureza, ou seja, a representação espacial dessa dinâmica. Assim, a compreensão do mosaico das paisagens de um território elucida mais do que o sentido da visão pode apreender, permite, acima de tudo, “entender os processos estruturadores e dinâmicos da própria realidade percebida” (Ribeiro, 2012).

Dalbem *et al.* (2005), por outro lado, discutem as premissas da identificação de Unidades de Paisagem como método para delimitar fragmentos homogêneos, buscando-se descontinuidades da paisagem e favorecendo os elementos mais integradores.

Vale lembrar que, em uma abordagem sistêmica, as características que individualizam as Unidades de Paisagem como relevo, cobertura vegetal, solos, substrato geológico e hidrografia não devem ser analisadas isoladamente. Assim, as UPs não resultam da simples soma dos componentes que a constituem e sim da interação dinâmica dos mesmos.

O trabalho de Santos (2014) é um exemplo bem sucedido de nova proposta para o estudo e planejamento da gestão de paisagens. Com base nas abordagens conceituais da análise sistêmica em geografia e da ecologia de paisagens, associados a métodos computacionais de análise espacial para identificação de padrões, a pesquisadora construiu uma metodologia de análise da paisagem que se mostrou eficaz em identificar e delimitar Unidades de Paisagem. A área de estudo dessa pesquisadora foi o Parque Nacional da Serra da Canastra e sua Zona de Amortecimento, em Minas Gerais.

No âmbito desse trabalho, optou-se por utilizar a metodologia proposta por Santos (2014), baseada na interação dos elementos constitutivos da paisagem e utilização de processo de mineração de dados, para buscar a identificação e delimitação de Unidades de Paisagem do PESRM e da EEF.

Materiais e métodos

Foram utilizadas as seguintes bases cartográficas e suas respectivas fontes: limites municipais - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); limite do PESRM e da EEF, zoneamento e hidrografia – Plano de Manejo do PESRM; uso e ocupação do solo, geologia, litologia e pedologia – Projeto APA Sul RMBH/CPRM; unidades de relevo – Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero – CPRM; Modelo Digital de Elevação – MDE derivado da Imagem radar SRTM (*Shuttler Radar Topography Mission*), cartas SF-23- X-A, SF-23- X-B, SE-23- Z-C, SE-23- Z-D. Os softwares utilizados foram: ArcGis 10.1 e Weka Explorer.

Tratamento e processamento dos dados

Conforme colocado, a metodologia aplicada foi aquela desenvolvida por Santos (2014). De forma sintética, o método é baseado na utilização de um elemento condutor para busca de padrões nas combinações geradas a partir da integração dos demais elementos da paisagem selecionados para o estudo.

A primeira etapa consistiu no tratamento da base de dados. Inicialmente

os dados cartográficos foram convertidos para mesma projeção e Datum (UTM 23S/SIRGAS 2000) e recortados em função do tamanho da área de estudo. Foi realizada uma verificação topológica para correção de eventuais erros que pudessem prejudicar a validade dos dados. Os limites das duas UCs, que compõem a área de estudo, foram unidos em uma única base.

O processo de integração dos elementos, etapa seguinte, requer bases em formato matricial. Conseqüentemente, a representação vetorial dos elementos de análise deve ter formato polígono para que a transformação seja processada. Como o elemento hidrografia tem representação linear, o processo selecionado para transformação foi o cálculo da densidade hidrográfica da área, que é um dos principais parâmetros na análise morfométrica de bacias hidrográficas. O método estatístico de estimação de curvas de densidades utilizado foi o de Kernel. Nesse método, cada uma das observações é ponderada pela distância em relação a um valor central – o núcleo. A classificação adotada foi a de quebra natural - com 5 classes. O mapa resultante de densidade hidrográfica da área de estudo é apresentado a seguir (Figura 2).

A partir do Modelo Digital de Elevação da área de estudo, obtido a partir das imagens SRTM, foram gerados os mapas de declividade e hipsometria. Para a confecção do mapa de declividade, foram utilizadas as faixas definidas pela classificação das formas de relevo adotada pelo IBGE e EMBRAPA: Plano 0 a 3%; Suave Ondulado 3 a 8%; Ondulado 8 a 20%; Forte Ondulado 20 a 45%; montanhoso 45 a 75%; e Escarpado > que 75% (Figura 3). Para a confecção do mapa hipsométrico, foram utilizadas faixas de elevação de 100 metros (Figura 4).

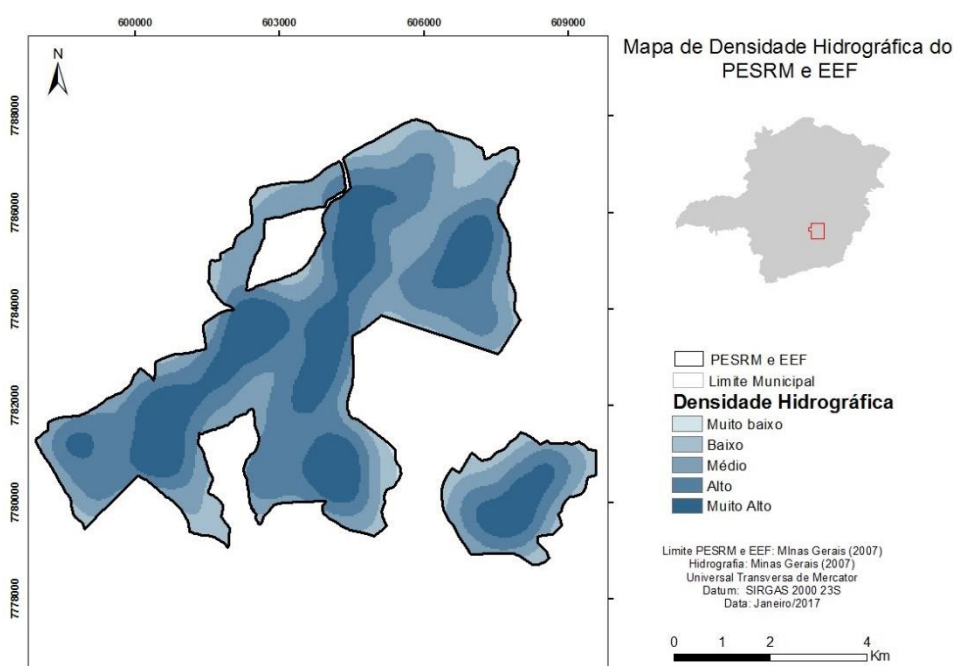


Figura 2: Mapa de densidade hidrográfica do PESRM e EEF

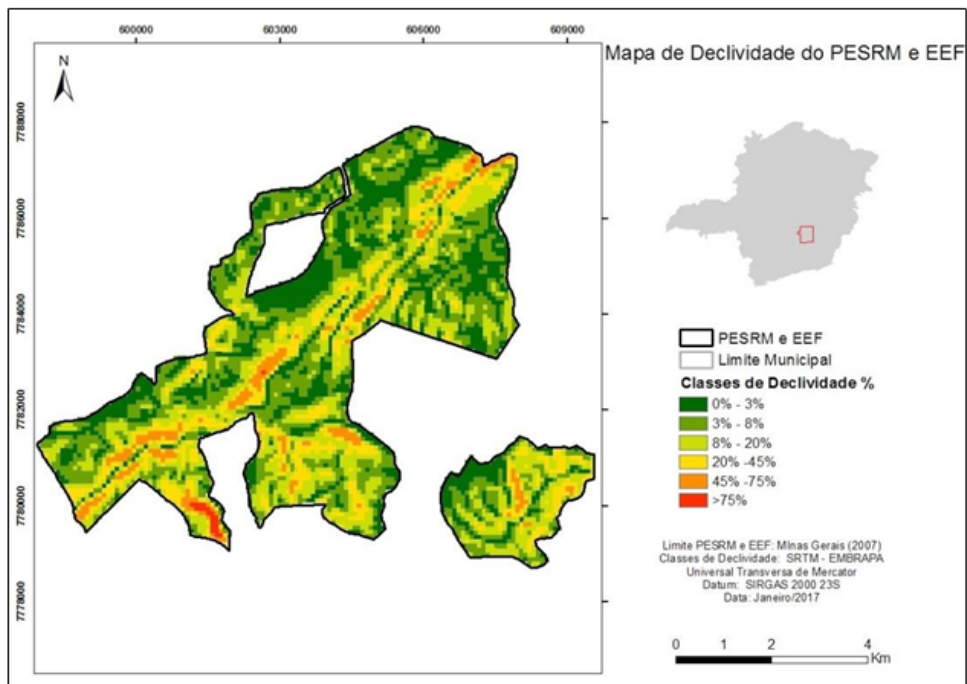


Figura 3: Mapa de declividade do PESRM e EEF

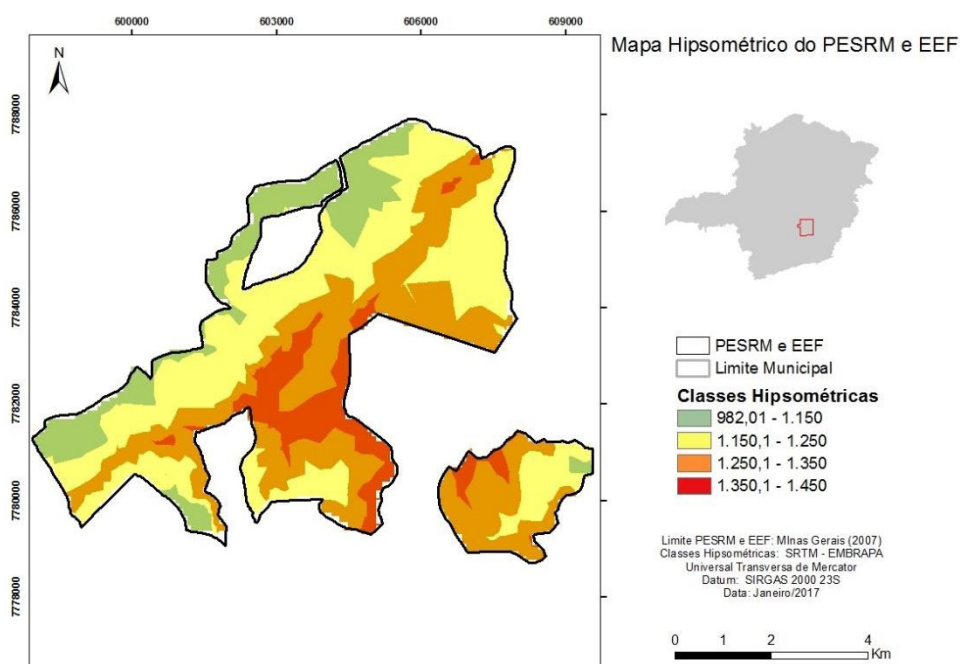


Figura 4: Mapa hipsométrico do PESRM e EEF

Integração dos elementos da paisagem

Buscando a identificação de UPs no PESRM e EEF os seguintes elementos da paisagem, selecionados como variáveis nesse estudo, foram integrados: zoneamento, litologia, pedologia, geologia, cobertura vegetal e uso do solo, hidrografia, declividade e hipsometria.

A combinação dos *layers* correspondentes a essas variáveis foi realizada no *software* ArcGIS 10.2.1. Esse procedimento gerou 2260 combinações, que foram formatadas em um arquivo no *WordPad* e salvas em formato suportado pelo *software* Weka Explorer (extensão.arff).

Identificação e delimitação das UPs

A busca por padrões nas combinações geradas foi feita por meio de mineração de dados no *software Weka*. Trata-se de um procedimento de aprendizagem por computador idealizado para reconhecimento de padrões consistentes e, por conseguinte, identificação de relacionamentos sistemáticos entre variáveis em grandes bancos de dados (Neves, Freitas e Câmara, 2001).

Assim como Santos (2014), a técnica de análise selecionada para prospecção das combinações foi a árvore de decisão e o algoritmo de implementação o J48. Esse algoritmo gera uma árvore que materializa uma sequência hierárquica de divisões onde o elemento mais integrador da análise, ou seja, a variável mais influente da classificação ocupa o topo.

Com base no postulado de ser o relevo, determinante na caracterização da paisagem, a referida autora utilizou como elemento condutor da análise as Unidades de Relevo. A mesma estratégia foi adotada nesse trabalho.

A prospecção realizada pelo algoritmo J48 nas 2260 combinações, conduzida pelas quatro unidades de relevo, gerou uma árvore de decisão apresentando a geologia como elemento de topo. O próximo nó da árvore, segundo elemento mais significativo, apresentou variações, em função da classe de geologia presente no nó superior, entre litologia e pedologia.

O relatório de desempenho, com os resultados estatísticos da classificação, apresentou o índice Kappa igual a 0,8779. Segundo os parâmetros de avaliação propostos por Landis e Koch (1977 apud Hayakawa et al., 2009) a classificação realizada foi excelente (Valor de Kappa de 0,80 a 1,00). Em consonância com esse resultado, a matriz de confusão (Tabela 1) apresenta uma alta taxa de acerto, 94,69%. O que significa que, por meio do elemento condutor, foi possível identificar padrões de homogeneidade em quase 95% das combinações analisadas. Ou seja, apenas em torno de 5% das combinações foram reagrupadas conforme as regras estabelecidas pela árvore de decisão.

Tabela 1: Matriz de confusão (%) – elemento condutor – unidades de relevo

Relevo	Domínio Montanhoso	Chapadas e Platôs	Domínio de Morros e de Serras Baixas	Escarpas Serranas
Domínio Montanhoso	96,85	1,76	0	1,39
Chapadas e Platôs	18,46	81,54	0	0
Domínio de Morros e de Serras Baixas	0	0	100	0
Escarpas Serranas	5,91	0	0	94,09
Taxa total de acerto: 94.69%				

A classe da variável condutora que apresentou maior confusão foi Chapadas e Platôs (18,46%). O mapa com o resultado dessa classificação (Figura 5), foi elaborado por meio da espacialização das regras de associações geradas pela

árvore de decisão utilizando o *software* ArcGis 10.2.1. Para esse procedimento, foram efetuadas inserções na tabela de atributos, das novas classes definidas.

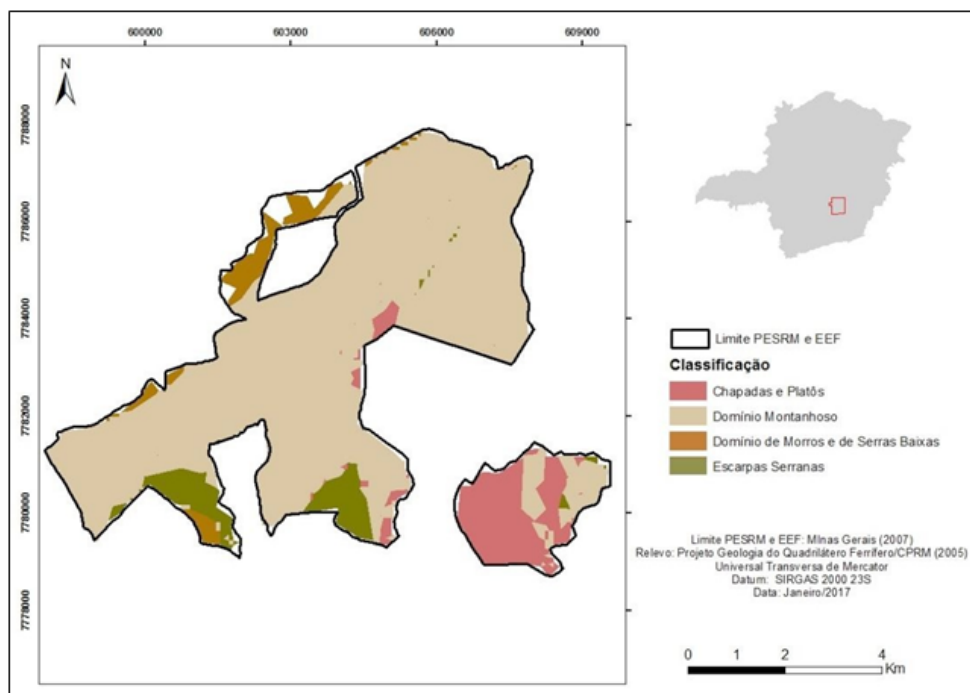


Figura 5: Mapa resultante da classificação por árvore de decisão – elemento condutor: unidades de relevo

Como o zoneamento do PESRM e EEF, constante no Plano de Manejo, não ocupou lugar significativo na classificação processada, cujo desempenho foi excelente, optou-se por fazer uma nova classificação tendo esse elemento como condutor. O objetivo era a averiguar em que nível o zoneamento contém um padrão capaz de distinguir porções da paisagem.

O Zoneamento do PESRM e EEF compreende sete zonas: Zona Intangível, Zona Primitiva, Zona de Uso Extensivo, Zona de Uso Intensivo, Zona de Recuperação, Zona de Uso Especial e Zona de Ocupação Temporária. Essas zonas, segundo o Plano de Manejo, foram definidas segundo critérios baseados, especialmente, nos estudos sobre o meio físico e biótico e são dados dessa natureza que estão sendo integrados para análise.

Uma nova integração dos elementos foi processada no *Arctview* com a exclusão do *layer* zoneamento, a ser utilizado como elemento condutor na etapa seguinte, e a inclusão do *layer* unidades de relevo. Esse procedimento gerou 2271 combinações, que foram novamente submetidas a uma classificação no *Weka*. Nessa classificação o índice Kappa obtido foi 0,4584, o que qualifica esse resultado apenas como moderado (valor de Kappa na faixa de 0,41 a 0,60). A taxa de acerto total também foi bastante reduzida, de 94,69% para 71,11%. Segundo a matriz de confusão (Tabela 2), com exceção da Zona Primitiva que apresentou alto percentual de acerto (91,1%), as demais não tiveram bom desempenho. Merece destaque o fato das Zonas de Uso Intensivo e de Uso Especial não terem sido reconhecidas (percentuais de acerto respectivamente 0,0% e 1,96%).

Tabela 2: Matriz de confusão (%) – elemento condutor – zoneamento

Zoneamento	Zona de Recuperação	Zona de Uso Extensivo	Zona de Uso Intensivo	Zona Primitiva	Zona Intangível	Zona de Ocupação Temporária	Zona de Uso Especial
Zona de Recuperação	41,79	20,90	0	37,31	0	0	0
Zona de Uso Extensivo	1,57	46,34	0	50,00	0,52	1,57	0
Zona de Uso Intensivo	25	75,00	0	0	0	0	0
Zona Primitiva	0,98	4,14	0	91,11	3,77	0	0
Zona Intangível	0	1,20	0	51,95	46,85	0	0
Zona de Ocupação Temporária	2,56	30,77	0	28,21	0	38,46	0
Zona de Uso Especial	5,88	15,69	0	62,75	13,73	0	1,96
Taxa total de acerto: 71%							

O elemento geologia, a exemplo da outra classificação, se manteve no topo. O próximo nó da árvore (segundo elemento mais significativo) indicou alternâncias entre elementos de pedologia e de uso e ocupação.

Resultados

Para produzir uma proposta de Unidades de Paisagem para o PESRM e EEF foi utilizada a compartimentação obtida pela classificação que teve como condutor o elemento Unidades de Relevo, uma vez que esta apresentou o melhor resultado. A combinação de elementos processada permitiu que fossem identificadas quatro Unidades de Paisagem (UPs).

Em outras palavras, significa que a dinâmica interna dos elementos que caracterizam essas quatro porções da paisagem geram uma homogeneidade que também as individualizam e que foi detectada. Um processo de vetorização do mapa resultado da classificação, subsidiado pela sobreposição de imagem de satélite, foi feito para produção do Mapa de Unidades de Paisagem do PESRM e EEF (Figura 6). A Unidade batizada como Domínio Cural domina a paisagem do PESRM e a Platô de Canga a EEF. A escala apropriada para apresentação desse mapa é 1:50.000 em função das escalas dos dados de entrada. O Quadro 1 apresenta as Unidades de Paisagem identificadas.

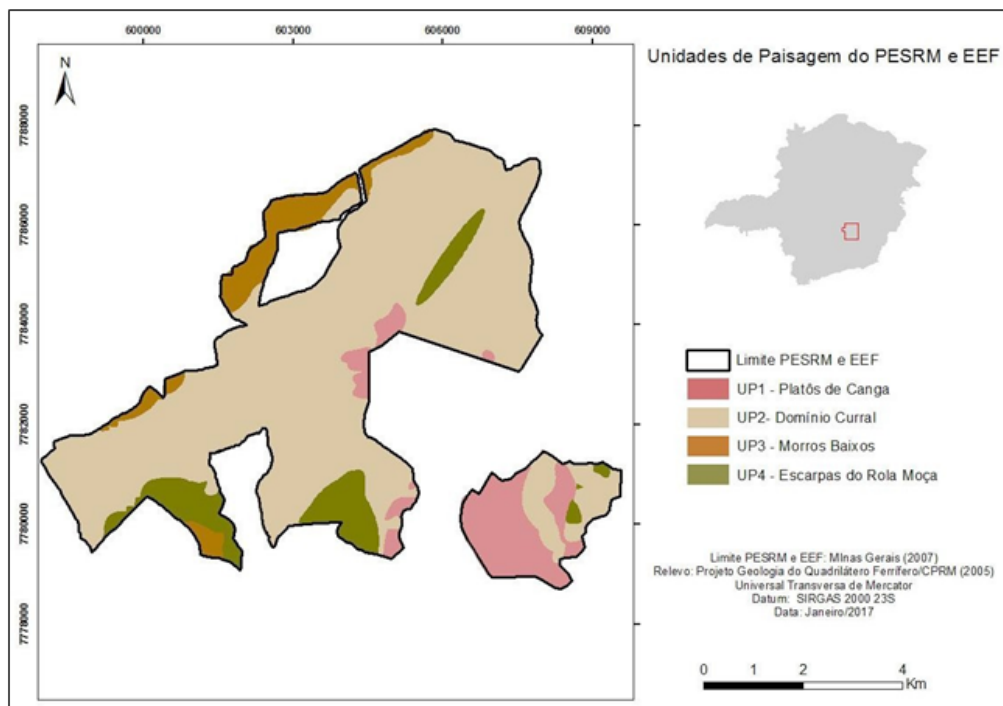


Figura 6: Unidades de Paisagem do Parque Estadual da Serra do Rola Moça e Estação Ecológica de Fechos

Quadro 1: Características principais das Unidades de Paisagem propostas para o PESRM e EEF

Unidade de Paisagem	Geologia	Litologia	Pedologia	Uso da Terra	Altitude (m)	Declividade (graus)	Área (ha)	Área (%)
UP 1 – Platôs de Canga	Coberturas Ferruginosas, Grupo Caraça, Grupo Itabira,	Aluvião: argila, Canga, Itabirito,	Canga, Cambissolo, Latossolo, Neossolo	Áreas Degradadas, Floresta Estacional Semi Decidual, Refúgio Ecológico (Canga), Savana Gramínea, Gramínea,	1.150-1.450	0 a 45°	517,1	11,5
UP 2 – Domínio Curral	Grupo Caraça, Grupo Itabira, Grupo Nova Lima, Grupo Piracicaba	Canga, Dolomito, Filito, Gnaisse, Itabirito, Quartzito, Xisto	Afloramento de Rocha, Canga, Cambissolo, Latossolo, Neossolo	Cerrado, Refúgio Ecológico (canga), Floresta Estacional Semi Decidual, Savana Gramínea, Gramínea,	982-1.450	5 a 45°	3505,3	77,9
UP3 – Morros Baixos	Grupo Piracicaba, Grupo Sabará,	Clorita Xisto, Filito	Cambissolo, Latossolo, Neossolo	Áreas Degradadas, Cerrado, Floresta Estacional Semi Decidual	982-1.150	15 a 60°	309,9	6,8
UP 4 – Escarpas do Rola Moça	Grupo Caraça, Nova Lima	Filito, Itabirito, Quartzito, Xisto	Afloramento de Rocha, Cambissolo, Latossolo, Neossolo	Cerrado, Floresta Estacional Semi Decidual, Savana Gramínea, Gramínea, Refúgio Ecológico (quartzito)	982 - 1.350	25 a 60°	354,7	7,8

UP1 – Platô de Canga

A canga é derivada do processo de intemperismo do itabirito. O processo é dependente da dissolução da sílica que ocorre por intermédio de águas pluviais em regiões promovendo o enriquecimento do ferro (Ruchkys, 2007).

Esta unidade é a segunda maior em área e encontra-se inserida, em sua maioria, na Estação Ecológica de Fecho, além das bordas leste do Parque da Serra do Rola- Moça, nos municípios de Belo Horizonte, Brumadinho e Nova Lima. Pode ser caracterizada por sua altitude, uma vez que só ocorre na faixa de 300 m mais elevada da área de estudo.

Esta Unidade é coberta, predominantemente, por Florestas Estacionais Semidecíduas que ocupam 246,93ha, quase 50% de sua área. A Savana Gramínea com 161,34ha (31%), também ocupa uma área considerável da Unidade. Entretanto, são as superfícies de canga, substrato dos campos ferruginosos, que cobrem apenas 33,01ha, em torno de 6%, que caracterizam esta Unidade de Paisagem (Figura 7).

Messias *et al.* (2011) ressaltam a singularidade dos campos ferruginosos sobre itabiritos, por se tratar de um ambiente único no mundo, e a importância de estudos no PESRM e EEF por abrigarem a maior parcela de campo rupestre preservado.



Figura 7: Vista a partir do Platô da UP1 no PESRM para o município de Ibitaré

UP2 – Domínio Curral

Esta Unidade domina a paisagem do PESRM, cobrindo quase 80% de sua área. Se estendendo de norte a sul do limite do PESRM e ainda presente em uma pequena porção situada a nordeste na EEF, abriga os importantes mananciais Taboões, Mutuca, Bálsamo e Catarina.

Nessa Unidade há um predomínio de Florestas Estacionais Semidecíduas que ocupam 46% de sua área. O Cerrado ocupando 27,5% e a Savana Gramínea 22,5% completam praticamente a cobertura de toda a superfície da Unidade. Mesmo estando presente em apenas uma parcela bem pequena do

território desta UP, em torno de 3% área, os campos ferruginosos se destacam pela sua feição.

Nesta UP estão localizadas quatro cavidades em formações ferruginosas que se destacam de outras existentes na região do Quadrilátero Ferrífero em função de apresentarem singularidade bioespeleológicas. (FERREIRA, 2005)

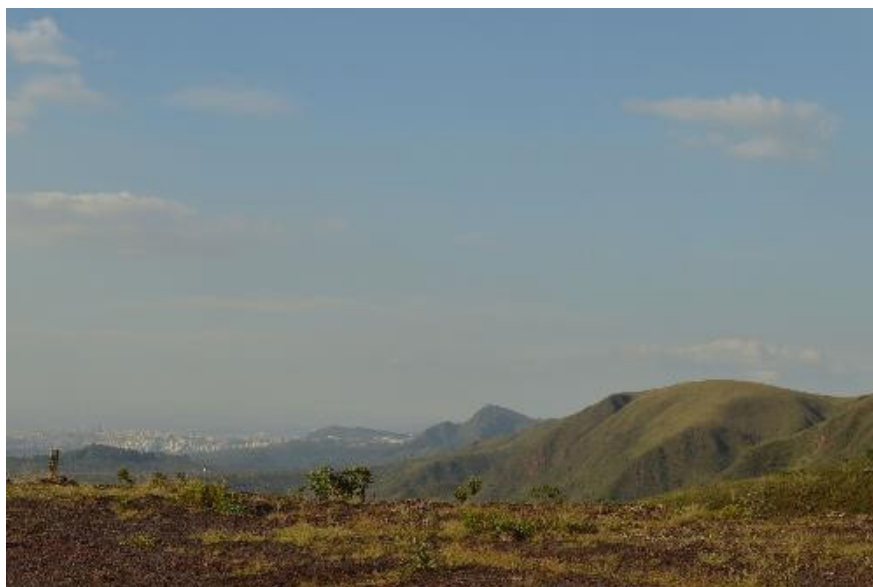


Figura 8: UP2 – Exposição de Canga e relevo montanhoso

UP3 – Morros Baixos

Esta unidade se estende, em sua maioria, da borda nordeste à sudoeste do PESRM, nos limites dos municípios de Belo Horizonte e Ibirité.

A denominação é função de seu relevo bem característico, composto por morros cujas altitudes se mantêm bem abaixo das mais altas encontradas na área de estudo.

É a menor das três Unidades identificadas e é o Cerrado que cobre grande parte desses morros baixos (71,5%).



Figura 9: UP3 – Relevo caracterizado por domínios de Morro UP4

Escarpas do Rola Moça

Esta UP, localizada nas porções sul, sudeste e noroeste do PESRM e nordeste da EEF, apresenta como característica principal o relevo de encostas escarpadas.

A cobertura do vegetal do território desta Unidade é praticamente dividida entre savanas gramineosas (36%), florestas estacionais semidecíduas (29%), campos rupestres quartzíticos (25%).



Figura 9: UP4 – Encostas scarpadas

Conclusões e considerações finais

Os resultados obtidos corroboram a tese que os estudos ambientais devem ser desenvolvidos numa abordagem sistêmica. A análise espacial empreendida permitiu a identificação, delimitação e caracterização de quatro Unidades de Paisagem no Parque Estadual da Serra do Rola Moça e da Estação Ecológica de Fechos.

Os procedimentos metodológicos para identificar e delimitar as Unidades de Paisagem seguiram a proposta desenvolvida por Santos (2014): integração dos elementos que caracterizam a paisagem por meio da combinação de seus respectivos *layers*; na quantificação da estrutura gerada por essa interação; na identificação de padrões nessa estrutura por meio de mineração de dados baseada em árvore de decisão implementada pelo algoritmo J48 e na espacialização das regras de associação geradas pela árvore de decisão para produção do mapa resultado. Logo, os resultados apresentados também atestam a eficiência da metodologia de Santos (2014).

Destaca-se que em ambos os trabalhos, neste e no de Santos (2014), o resultado satisfatório foi obtido quando foi utilizado como elemento condutor da análise as Unidades de Relevo. Essa constatação vem ao encontro da tese de Ross (2009) que indicou essa preponderância do relevo na configuração da paisagem quando afirmou que a compartimentação geomorfológica auxilia na identificação de Unidades e Paisagem.

Outro resultado comum aos dois trabalhos possibilita inferir a alta importância do substrato geológico na configuração da paisagem. Nos dois estudos a Geologia apareceu como topo da árvore de decisão, ou seja, como a variável mais significativa da classificação.

O resultado da classificação que teve como elemento condutor o zoneamento sugere que esta compartimentação não é eficiente para materializar a dinâmica dos elementos físicos e bióticos presentes na área. Merece destaque o fato das Zonas de Uso Intensivo e de Uso Especial não terem sido reconhecidas, ou seja, nenhum padrão de homogeneidade foi identificado nessas zonas.

Espera-se que este trabalho, possa auxiliar na revisão/atualização do Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Rola-Moça e Estação Ecológica de Fechos e contribuir para a elaboração de instrumentos mais eficazes de planejamento e gestão, com ênfase as questões relacionadas à conservação dessas Unidades de Conservação.

Referências bibliográficas.

AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. *As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP*. Sociedade & Natureza, v. 20, p. 177-198, 2008.

AMORIM, R. R. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de Geossistemas, Sistemas Antrópicos e Sistemas Ambientais. *Caminhos de Geografia (UFU)*, v. 13, p. 80-101, 2012.

BERTRAND, G. Paysage et Geographi Globale: Esquisse Methodologique. *Revue Geographique de Pyinées et du Sud-Quest*. 1968.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. *Cadernos de ciências da terra*, São Paulo, v. 13, p. 1-27, 1971.

BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia física global. Esboço metodológico. *Revista RA'EGA*, Curitiba, Editora UFPR, n.8, p.141-152, 2004.

DALBEM, R. P.; MOURA, A. R.; JORGE, F. V.; MOROKAWA, M.; VALASKI, S. Delimitação de Unidades de Paisagem: Conceito e Método aplicados ao município de Paranaguá/PR/Brasil. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2005, São Paulo. *Anais do XI SBGFA*, 2005.

DIAS, J.B; SANTOS. L. A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão sócio-ambiental rural. *Confins [Online]*, v.1, 2007. Disponível em: < <http://confins.revues.org/10> ; DOI : 10.4000/confins.10 > Acesso em: 23 de fev. 2016.

FERREIRA, R. L. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. *O Carste*, Belo Horizonte, 17, n. 3, 106 - 115, jul. 2005.

FERREIRA, V. O. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. *Geotextos (Online)*, v. 6, p. 187-208, 2010.

MARQUES NETO, R. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. *Geografia (Londrina)*, v. 17, p. 67-88, 2008.

MESSIAS, M.C.T.B. *Fatores ambientais condicionantes da diversidade florística em campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. 2011. Tese (Doutorado) – Departamento de Geologia, Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

MINAS GERAIS, 1994a. Decreto nº 36.071 de 27 de setembro de 1994. Dispõe sobre a criação do Parque Estadual do Rola Moça. Minas Gerais, Belo Horizonte, set. 1994.

_____, 1994b. Decreto nº 36.073, de 27 de setembro de 1994. Cria a Estação Ecológica de Fechos. Minas Gerais, Belo Horizonte, set. 1994.

_____. *Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Rola Moça, incluindo a Estação Ecológica de Fechos*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, out. 2007. 394p.

NEVES, M. C.; FREITAS, C.C.; CÂMARA, G. Mineração de Dados em Grandes Bancos de Dados Geográficos: relatório técnico. São José dos Campos: INPE, 2001, 35 p.

OLIVEIRA, A. A. B. A abordagem sistêmica no planejamento e gestão de bacias hidrográficas. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, Rio de Janeiro. *Anais do XSBGFA*. Rio de Janeiro, p. 734 – 748, 2003.

OLIVEIRA, S. N. et al. Identificação de unidades de paisagem e sua implicação para o Ecoturismo no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 2007.

RIBEIRO, A.G. Teoria da paisagem aplicada ao desenvolvimento rural sustentado. In: VII Encuentro de Geografos de America Latina, 2001, Santiago de Chile. *Anais VII Encuentro de Geografos de America Latina* (CD). Santiago de Chile: Universidade de Chile, 2001.

ROSS, J. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 208p.

RUCHKYS, Ú. A. *Patrimônio Geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO*. 2007. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SANTOS, A. A.; *Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e sua Zona de Amortecimento (MG): análise a partir de Mineração de Dados e Métricas de Paisagem*. Dissertação - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

TROLL, C. 1966. *Landscape ecology*. ITC-UNESCO. Centre for Integrated Surveys, Paper S. 4, 23 p.

TROPPEMAIR, H; GALINA, M. H. Geossistemas. *Mercator*, Fortaleza, ano 05, n. 10, 2006.

VERDUM, R.; VIEIRA, L.F.S.; SILVEIRA, C. T. Unidades de paisagem do Parque

Estadual de Itapeva - RS. In: *VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, REGIONAL*

CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 2006, Goiânia. *Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Regional Conference on Geomorphology*. Goiânia: União da Geomorfologia Brasileira - UGB, 2006. v. 2. p. 1-11.

WEISS, C. V. C.; DE LIMA, L. T.; MERGEN, B.; DUTRA, M. S. Análise da paisagem na Lagoa Verde: Proposta para readequação da unidade de conservação da Lagoa Verde no município do Rio Grande, Brasil. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, v. 4(2), p. 119-129, 2013.