



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IGC
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA
Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas
Ambientais

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS UNIDADES DE PAISAGEM DO PARQUE
ESTADUAL DA SERRA DO ROLA-MOÇA E ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE
FECHOS, QUADRILÁTERO FERRÍFERO - MINAS GERAIS

LUIZA HOEHNE MATTOS DE OLIVEIRA

UFMG
Belo Horizonte
2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IGC
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA**

Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais

LUIZA HOEHNE MATTOS DE OLIVEIRA

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS UNIDADES DE PAISAGEM DO PARQUE
ESTADUAL DA SERRA DO ROLA MOÇA E ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE
FECHOS, QUADRILÁTERO FERRÍFERO - MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Márcia Magela Machado

**UFMG
Belo Horizonte
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

O48i Oliveira, Luiza Hoehne Mattos de.

2017

Identificação e análise das unidades de paisagem do Parque Estadual da Serra do Rola-Moça e Estação Ecológica de Fechos, Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais [manuscrito] / Luiza Hoehne Mattos de Oliveira. – 2017.

44 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientadora: Maria Márcia Magela Machado.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Cartografia, 2017.

Inclui bibliografias.

Inclui anexo.

1. Modelagem de dados – Aspectos ambientais – Teses. 2. Parque Estadual da Serra do Rola-Moça (MG) – Teses. 3. Estação Ecológica de Fechos (MG) – Teses. 4. Áreas de conservação de recursos naturais – Teses. 5. Paisagens – Teses. I. Machado, Maria Márcia Magela. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia. III. Título.

CDU: 911.2:519.6(815.1)

FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS
AMBIENTAIS



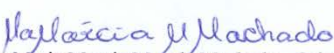
FOLHA DE APROVAÇÃO

Identificação e Análise das Unidades de Paisagem do Parque Estadual da Serra do Rola-Moça e Estação Ecológica de Fechos, Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais

LUIZA HOEHNE MATTOS DE OLIVEIRA


Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, área de concentração ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS.

Aprovada em 06 de julho de 2016, pela banca constituída pelos membros:


Profª. Maria Marcia Magela Machado - Orientadora
UFMG


Prof. Paulo de Tarso Amorim Castro
UFOP


Profª. Ursula Ruchkys de Azevedo
UFMG


Profª. Amanda Alves dos Santos
Instituto Terra Brasilis

Belo Horizonte, 6 de julho de 2016.

AGRADECIMENTOS

Um longo caminho trilhado, não conseguimos alcançá-lo com sucesso sozinhos!

Agradeço à minha família pelos momentos de ausência e apoio na escolha quando optei por fazer o mestrado fora! Em especial ao meu pai que sempre esteve de longe na torcida, e hoje, de longe no Pará não será diferente! Obrigada pelo carinho.

Agradeço a todos os amigos e sauditas proporcionados pelas Serras de Ouro Preto, Lara, Su, Novinha e Stênio! (Gratitude)

Ao querido professor Paulo de Tarso, pelo carinho e incentivo em momentos fluviais meandrantess!!!

À minha orientadora Dra. Maria Márcia Magela Machado por depositar credibilidade e confiança na realização deste trabalho. Aos momentos de orientação, cobrança e carinho ao esforço mutuo realizado!

À professora Dra. Úrsula Ruchkys de Azevedo, pelo incentivo e contribuição no projeto inicial de entrada ao programa, a oportunidade de lecionar em sua matéria, o carinho e gentileza prestados em todos os momentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais e aos professores envolvidos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante o período dos mestrados realizados.

À Pamela Siqueira, por ajudar em todos os momentos com toda a parte burocrática.

À Amanda Alves Santos, por aceitar o convite em participar da banca, por todas as contribuições prestadas a este trabalho e gentilmente colaborar com a metodologia de sua dissertação de mestrado.

À Patrícia Goulart, pelo carinho, paciência e todo o conhecimento que foi transmitido. Muito obrigada!!!

Aos queridos amigos da modelagem por fazer do curso mais leve e mais divertido! Cada um com sua especialidade, domínio e presteza em ajudar ao próximo, em especial e com carinho, Jeff, Dalila, Ray, Ítalo, Nabuco, Bia e Laila.

Aos amigos do laboratório de Ecologia de Bentos que acompanharam toda a caminhada e trajetória deste mestrado entre coletas, cafés, e viagens! Obrigada, Kati, Ju, Isabela, Gisele, Kele, Marden e Wander e principalmente ao Carlos Bernardo (Cacá) pela “cobrança” e incentivo a elaboração dos mapas!

Ao prof. Dr. Marcos Callisto pela oportunidade em seu laboratório durante o mestrado, onde pude conciliar as atividades do laboratório e o mestrado.

Aos queridos professores e amigos da PUC Minas que sempre estiveram nesta caminhada acompanhando e torcendo para o meu sucesso profissional e acadêmico, em especial Miguel Andrade, Eugenio Batista Leite e Fred Barboza.

Aos queridos moradores e amigos da comunidade do Parauninha, por mostrarem por meio da simplicidade que devemos valorizar as coisas mais simples da vida, em especial ao Seu Demiro e Dona Mariinha.

Ao André Rocha Franco, pelo carinho e sorrisos sinceros depositados na grande escala cartográfica da vida! Aos topos e cumes de Serras que ainda iremos traçar e conquistar juntos!

RESUMO

O Quadrilátero Ferrífero (QF), território localizado na porção centro-sudeste de Minas Gerais, Brasil, caracteriza-se historicamente pela extração de recursos minerais. Essa região se destaca por apresentar uma biodiversidade singular, belezas cênicas e um elevado grau de endemismo, o que a configura como uma área prioritária para conservação. Nos limites do QF, pode-se encontrar um número elevado de áreas protegidas, categorizadas como Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral ou de Uso Sustentável. Dentre estas, tomou-se como escopo geográfico neste trabalho o Parque Estadual da Serra do Rola-Moça (PESRM) e a Estação Ecológica de Fechos (EEF), UCs de Proteção Integral situadas na Região Metropolitana de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais. O PESRM e a EEF são caracterizados por uma particular diversidade biológica, tendo como suporte uma geodiversidade peculiar, por um alto grau de endemismo de fauna e flora e por abrigar seis importantes mananciais. Este trabalho teve como finalidade estabelecer uma subdivisão da área em Unidades de Paisagem com base conceitual na análise sistêmica da paisagem e metodológica em algoritmos computacionais para a identificação de padrões. Para tanto, foram considerados os seguintes elementos: geologia (CPRM), litologia (CPRM), hipsometria (SRTM), declividade (SRTM), relevo (IBGE), densidade hidrográfica (SRTM), cobertura vegetal e uso do solo, pedologia (CPRM) e zoneamento. A integração desses dados foi processada por meio da combinação de seus respectivos *layers*, no *software* ArcGIS 10.1.2, gerando 2260 combinações de informação. Estas foram submetidas a um processo de mineração de dados com classificação baseada em árvore de decisão, no *software* Weka Explorer, utilizando o algoritmo J48. A classificação apresentou taxa de acerto total de 94,69% e desempenho quase perfeito, de acordo com o índice Kappa. As combinações geraram subdivisões, cujos limites foram refinados em função da contiguidade de áreas, permitindo a identificação de quatro Unidades de Paisagem no PESRM e EEF, que foram nomeadas e caracterizadas. Entende-se que a subdivisão proposta em UPs detalha a subdivisão em Unidades de Relevo adotada no Plano de Manejo do PESRM e pode subsidiar de forma mais adequada o planejamento de políticas e configuração de estratégias para a conservação e a preservação daquelas Unidades de Conservação.

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), territory located in the central-southeastern portion of Minas Gerais, Brazil, is characterized historically by the extraction of mineral resources. This region stands out for presenting a unique biodiversity, scenic beauty and a high degree of endemism, which sets as a priority area for conservation. Within the limits of QF, it may be found 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), Integral Protection Conservation Units located in the metropolitan region of Belo Horizonte, capital of Minas Gerais. The PESRM and EEF are characterized by a particular biodiversity, supported by a peculiar geodiversity, by a high degree of flora and fauna endemism and house six major watersheds. This work aimed to establish a subdivision of the area in Landscape Units with conceptual basis of systemic analysis of the landscape and methodology in computational algorithms to identify patterns. Therefore, the following elements were considered: geology (CPRM), lithology (CPRM), hypsometry (SRTM), relief (IBGE), slope (SRTM), hydrology density (SRTM), vegetation cover and land use, pedology (CPRM) and zoning. The integration of these data was processed through the combination of their respective layers in ArcGIS 10.1.2 software, generating 2260 combinations of information. These were subjected to a data mining process with classification based on the decision tree, in the Weka Explorer software, using the J48 algorithm. The classification presented total accuracy rate of 94.69% and almost perfect performance, according to the Kappa index. The combinations generated subdivisions whose boundaries were refined due to the contiguous areas, allowing the identification of four landscape units in PESRM and EEF, which have been named and characterized. It is understood that the subdivision proposal in UPs details the subdivision Relief Units adopted in PESRM Management Plan and can support more adequately the policy planning and configuration of strategies for the conservation and preservation of those protected areas.

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

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURA	10
LISTA DE QUADROS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	11
INTRODUÇÃO	12
2. A ANÁLISE DA PAISAGEM COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1 TRATAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	18
3.2 – INTEGRAÇÃO DOS ELEMENTOS DA PAISAGEM	24
3.3 – IDENTIFICAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS UPS	25
4. RESULTADOS.....	29
UP1 – PLATÔ DE CANGA.....	32
UP2 – DOMÍNIO CURRAL.....	33
UP3 – MORROS BAIXOS	34
UP4 – ESCARPAS SERRANAS	35
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37
ANEXO A.....	40

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Mapa de localização com apresentação de acesso ao PESRM e EEF.	12
Figura 2: Mapa de densidade hidrográfica do PESRM e EEF	19
Figura 3: Mapa de declividade do PESRM e EEF	20
Figura 4: Mapa hipsométrico do PESRM e EEF.....	20
Figura 5: Mapa de zoneamento do PESRM e EEF	21
Figura 6: Mapa de uso e ocupação do solo do PESRM e EEF.....	22
Figura 7: Mapa Geológico do PESRM e EEF.....	22
Figura 8: Mapa litológico do PESRM e EEF	23
Figura 9: Mapa pedológico do PESRM e EEF.....	23
Figura 10: Mapa das Unidades de Relevo do PESRM e EEF.....	24
Figura 11: Mapa resultante da classificação por Árvore de Decisão - Elemento Condutor: Unidades de Relevo.....	26
Figura 12: Mapa resultante da Classificação por Árvore de Decisão – Elemento Condutor: Zoneamento	29
Figura 13: Unidades de Paisagem do Parque Estadual da Serra do Rola Moça e Estação Ecológica de Fechos	30
Figura 14: Vista a partir do Platô da UP1 no PESRM para o município de Ibitité.	33
Figura 15: UP2 – Exposição de Canga e relevo montanhoso.	34
Figura 16: UP2 – Manancial Taboões.	34
Figura 17: UP2 – Manancial Catarina.	34
Figura 18: UP3 – Relevo caracterizado por domínios de Morro.....	35
Figura 19: UP4 – Encostas escarpadas	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características principais das Unidades de Paisagem propostas para o PESRM e EEF	31
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Matriz de Confusão (%) – Elemento condutor – Unidades de Relevo.....	26
Tabela 2: Matriz de Confusão (%) – Elemento Condutor – Zoneamento	28

1. 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 (UC's) do estado classificadas como de Proteção Integral (Figura 1).

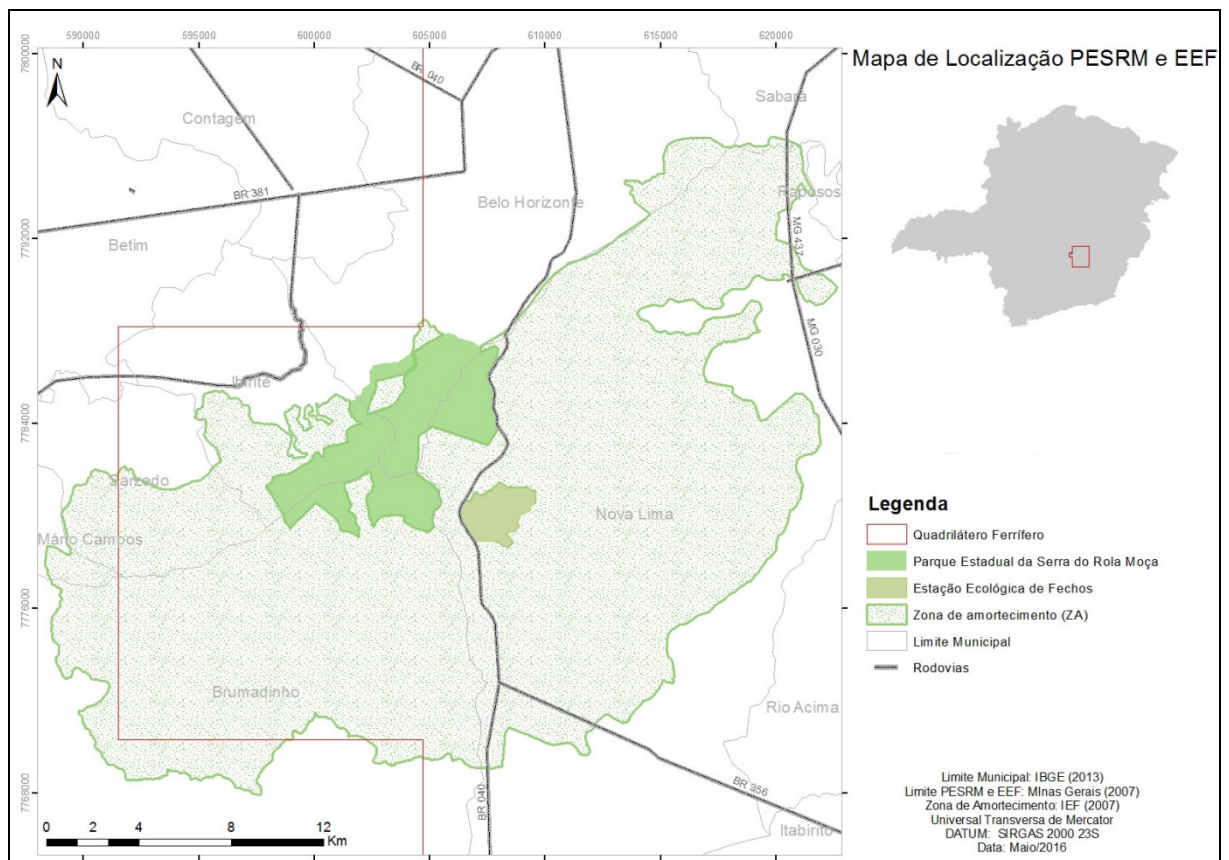


Figura 1: Mapa de localização com apresentação de acesso ao PESRM e EEF.

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

Situados num ambiente que envolve vegetação do bioma cerrado, matas ciliares e campos ferruginosos, essas UC's 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. Essas atividades são ameaças reais uma vez que contribuem efetivamente para a descaracterização dos aspectos naturais da região potencializando um isolamento indesejado dessas UC's.

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, foi realizada uma Análise Estratégica da situação geral do PESRM. 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, depois foram discutidas as formas de usos que são compatíveis com tais características e proposta a categoria de zoneamento. 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 UC's, 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.

2. 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 holista 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.

Conforme relata Ferreira (2010), nos anos 60, pesquisadores soviéticos contavam com sofisticadas estações físico-geográficas com o objetivo de identificar a dinâmica dos componentes naturais da paisagem. Os dados obtidos eram trabalhados para o estabelecimento de parâmetros que permitissem a compartimentação da área em unidades. A essas unidades, delimitadas segundo a funcionalidade sistêmica de seus atributos, os pesquisadores deram o nome de geossistema. Parece consenso que o principal expoente desse grupo de pesquisadores da antiga União Soviética é Victor Sotchava, inclusive no que tange a inserção do termo geossistema na literatura científica.

Troppmair e Galina (2012) afirmam que, ao introduzir o termo geossistema, Sotchava 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. Lembram, 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. Explicitam entender ser o este o enfoque apropriado em contraponto à visão de Georges Bertrand que aplicou a teoria dos geossistemas à realidade francesa, admitindo geossistemas compreendendo áreas com apenas alguns quilômetros quadrados. 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. Ambos trazem o caráter sistêmico da paisagem. Enquanto Troppmair a vê como a própria fisionomia do geossistema, Bertrand apresenta uma definição de paisagem muito próxima da de geossistema:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 1971).

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”.

Oliveira (2003), depois de analisar a contribuição de vários autores sobre o tema, conclui que:

Geossistema representa um conjunto orgânico e dinâmico composto por elementos bióticos, abióticos e antrópicos, seus atributos e as relações, variáveis no tempo e no espaço, entre estes elementos e atributos, ao passo que paisagem seria a materialização de um estado do geossistema, ou seja, uma combinação particular e histórica dos constituintes do geossistema (Oliveira, 2003).

Está claro que ambas as categorias incorporam a teoria sistêmica e são adequadas ao planejamento e gestão territorial. Entretanto, Sánchez e Cardoso da Silva (1995 apud Oliveira, 2003) enxergam vantagens “para a conceitualização de paisagem, por sugerir uma porção perceptível do espaço, ou seja, uma área concreta, descritível, analisável e projetável”. Esses autores citam ainda, para corroborar essa tese, a definição de paisagem de Sanchez (1995) na qual o autor coloca que “a tipologia, dinâmica e inter-relações da diversidade biológica, física e cultural desse sistema podem ser individual ou integradamente mapeadas, com diferentes graus de abstração, segundo o nível de percepção utilizado em seu estudo” (Sanchez e Cardoso, 1995 apud Oliveira 2003).

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).

Embora com diferentes enfoques, o paradigma de compartimentação do território em unidades de área é antigo na geografia e remete invariavelmente à delimitação de áreas relativamente homogêneas. Esta é exatamente a perspectiva do conceito de Unidade de Paisagem - UP.

Uma das primeiras hipóteses para o mapeamento das Unidades de Paisagem foi proposta por Troll (1966), considerando uma UP como um “ecótopo”. Bertrand (2004, p.143), por conseguinte, salienta que “as paisagens são divididas em ecótopos ou em *landschaftzellen*, que são unidades inteiramente comparáveis ao ecossistema”. Bertrand (1968) sugeriu, anteriormente, uma taxonomia das paisagens em que se analise os seus elementos constitutivos em determinadas condições: (I) a demarcação da unidade de paisagem não deve ser contemplada como um fim em si, mas apenas como um intermédio de aproximação da realidade geográfica; (II) torna-se essencial delimitar diretamente a paisagem global, cedendo o emprego de uma média de unidades elementares; e (III) o sistema taxonômico deve permitir classificar as paisagens em função da escala. Desse modo, o autor determinou um sistema de classificação

hierárquica da paisagem em seis níveis: zona, domínio, região, geossistema, geofácies e geótopo (BERTRAND, 1968).

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. As UPs não resultam da simples soma dos componentes que a constituem e sim da interação dinâmica dos mesmos.

Nesse contexto, as tecnologias de detecção remota e processamento digital de imagens, que facilitaram sobremaneira as representações da arquitetura da paisagem, aliadas à evolução constante das ferramentas de geoprocessamento, notadamente aquelas ligadas à quantificação e identificação de padrões, tem possibilitado o surgimento de novas metodologias para identificação de UPs.

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, delimitação e caracterização de Unidades de Paisagem do PESRM e da EEF.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

As seguintes as bases cartográficas foram utilizadas 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.

3.1 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. Consequentemente, 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 de resultante, densidade hidrográfica da área de estudo, apresentado a seguir (Figura 2).

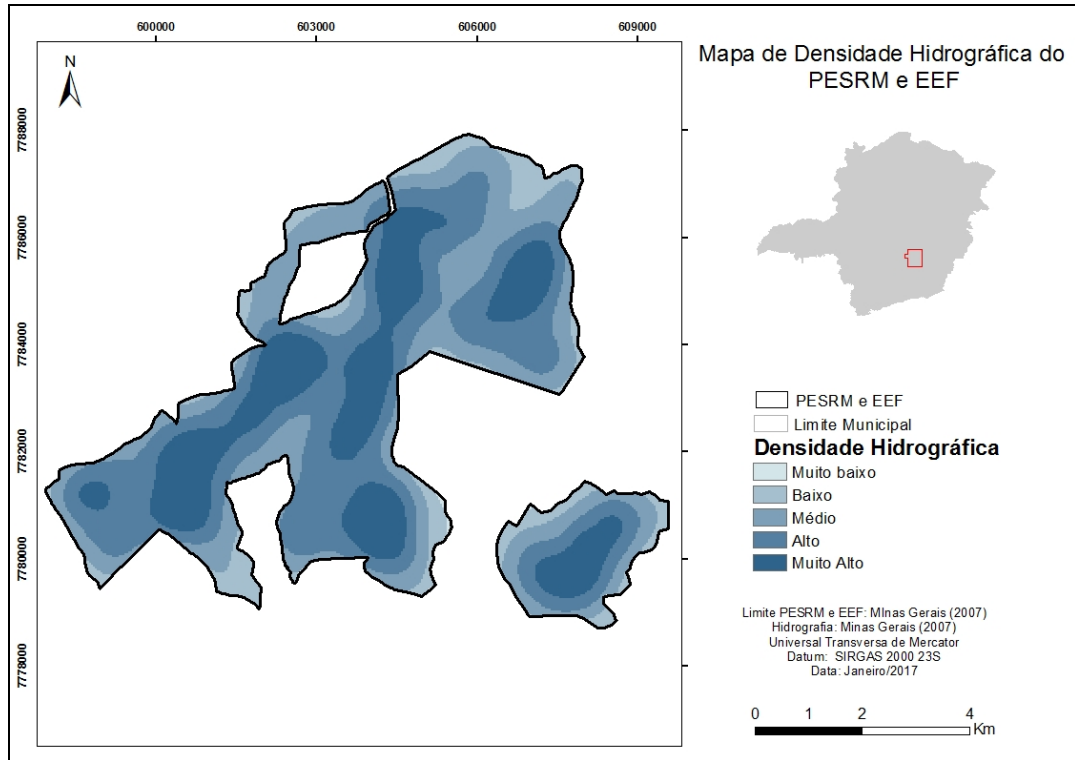


Figura 2: Mapa de densidade hidrográfica do PESRM e EEF

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).

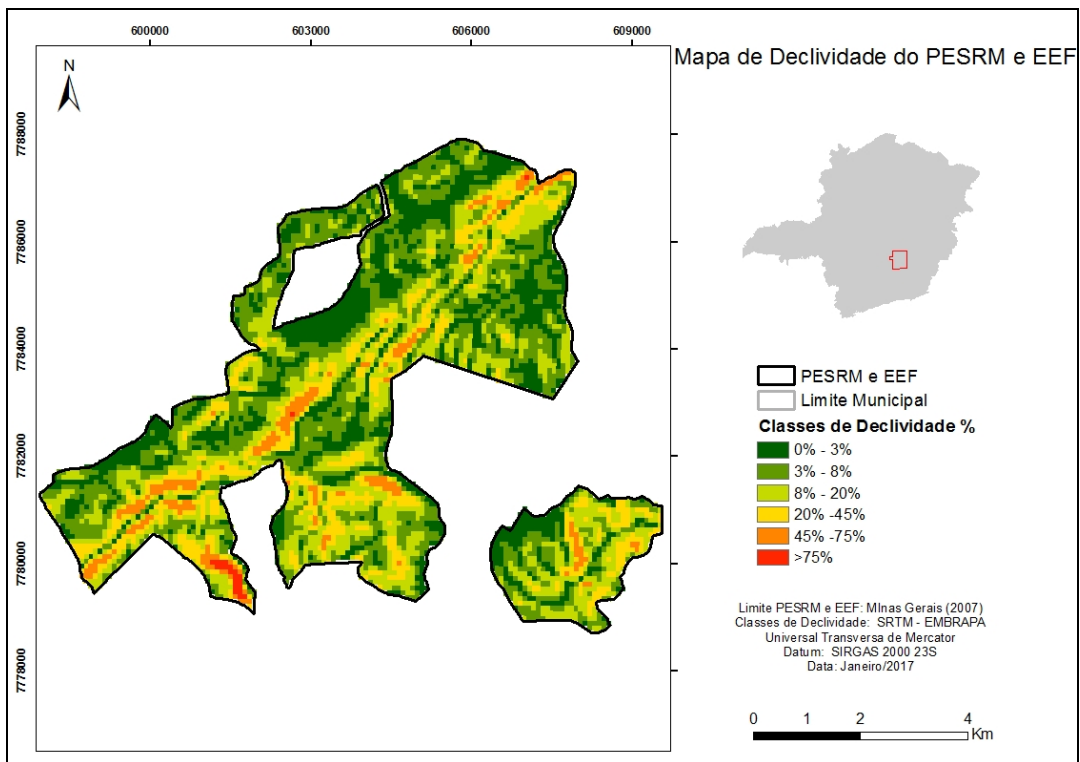


Figura 3: Mapa de declividade do PESRM e EEF

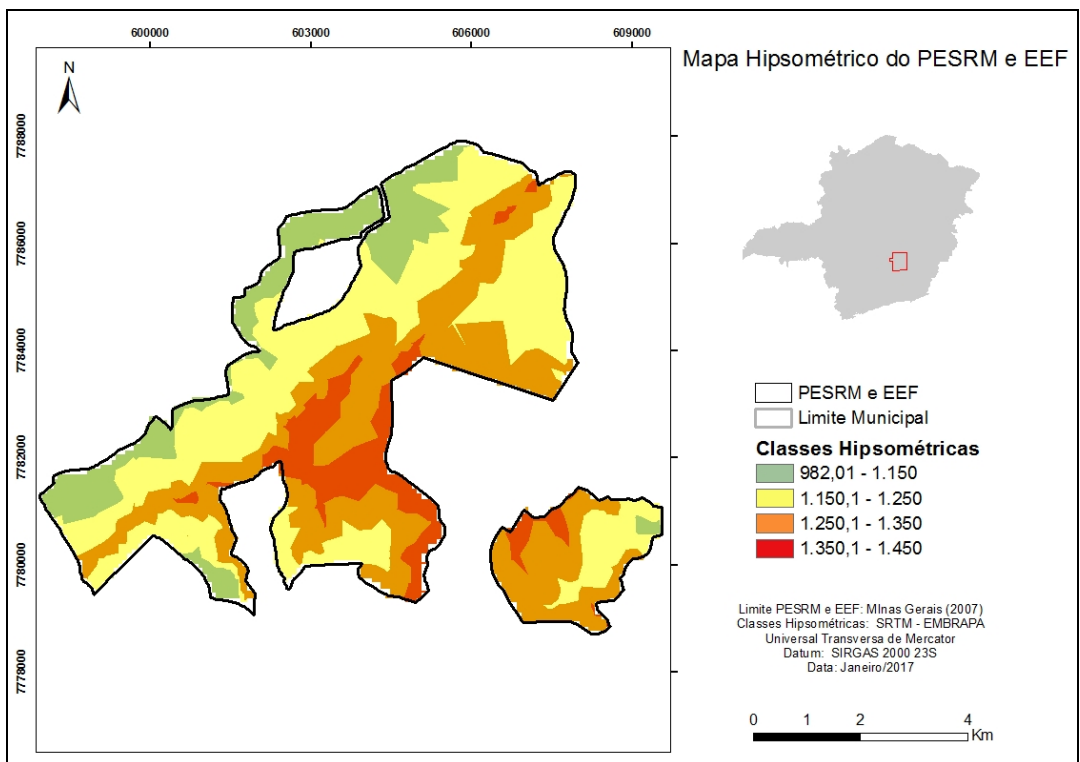


Figura 4: Mapa hipsométrico do PESRM e EEF

Os mapas de zoneamento (Figura 5), uso e ocupação do solo (Figura 6), geologia (Figura 7), litologia (Figura 8), pedologia (Figura 9), e unidades de relevo (Figura 10), por estarem em formato vetorial foram submetidos ao mesmo processo de transformação para o formato matricial.

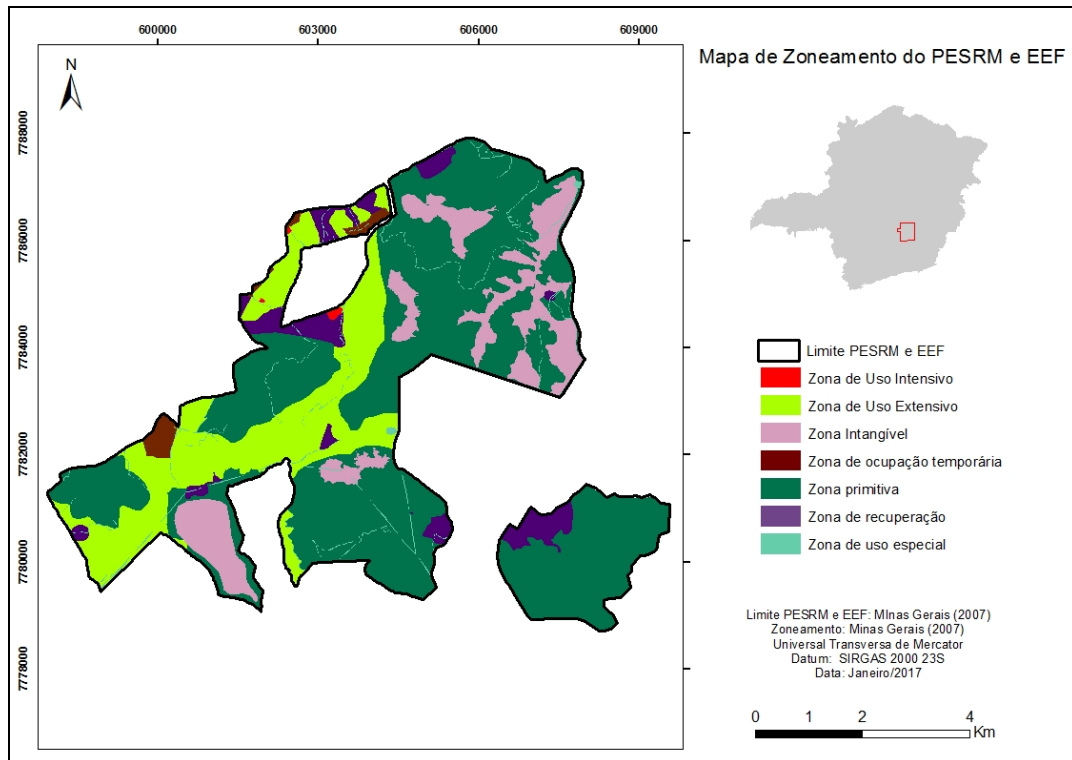


Figura 5: Mapa de zoneamento do PESRM e EEF

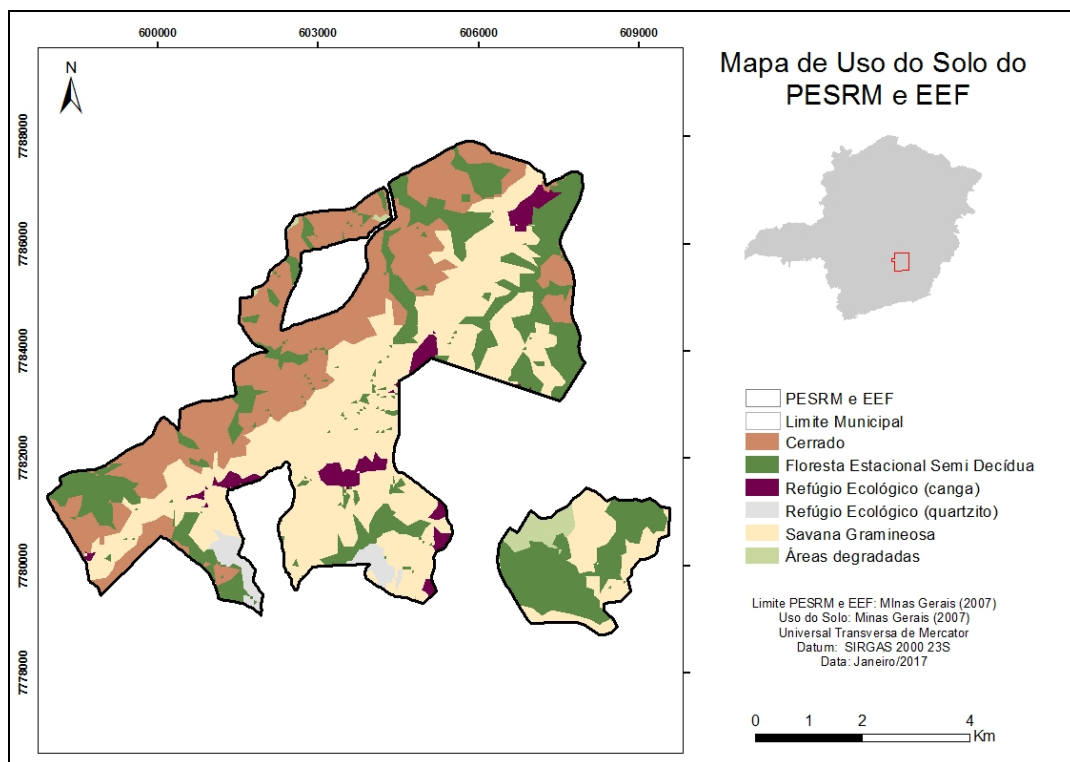


Figura 6: Mapa de uso e ocupação do solo do PESRM e EEF

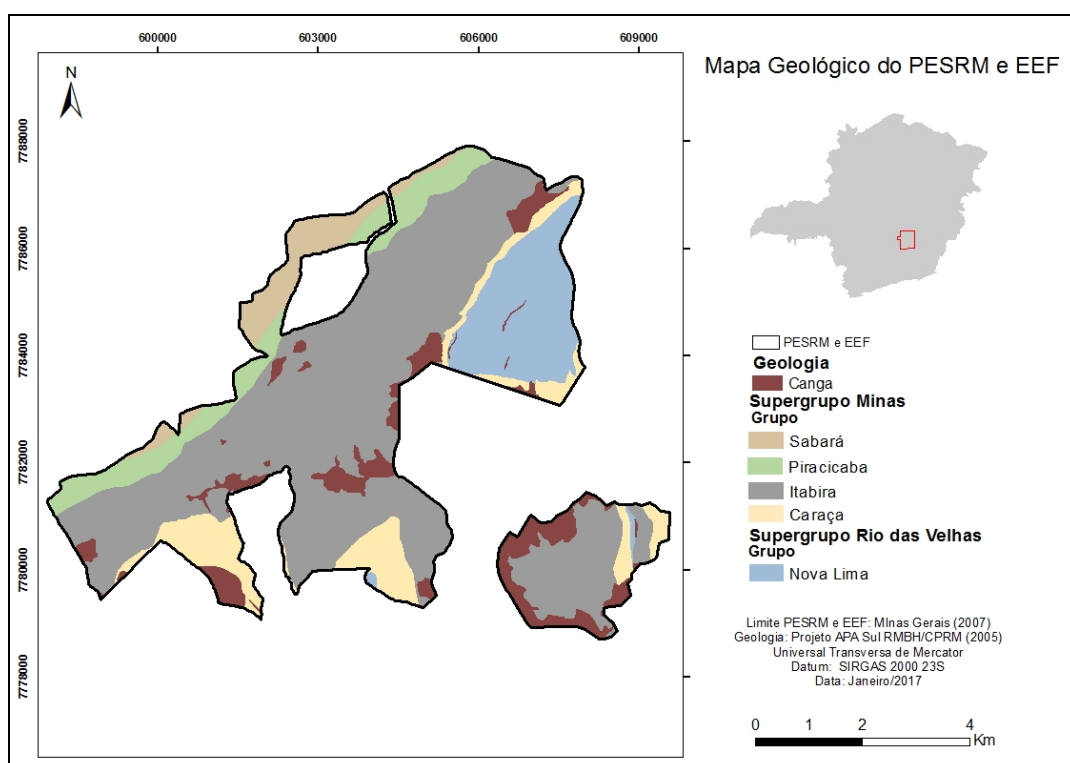


Figura 7: Mapa Geológico do PESRM e EEF

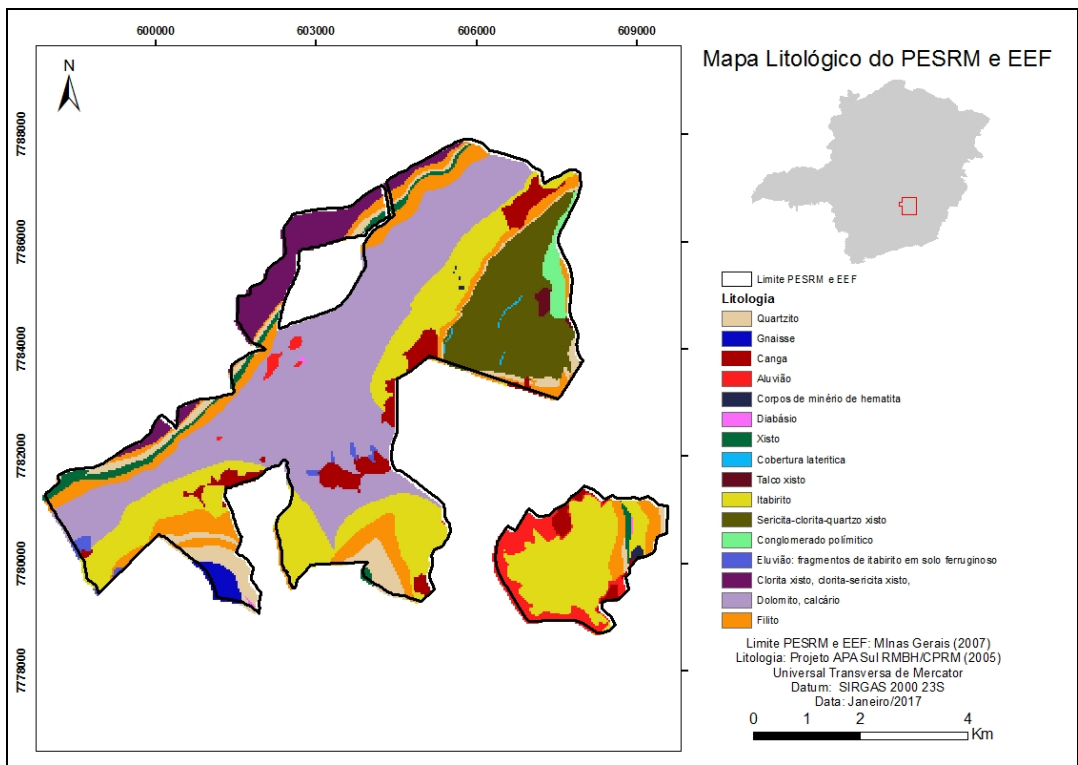


Figura 8: Mapa litológico do PESRM e EEF

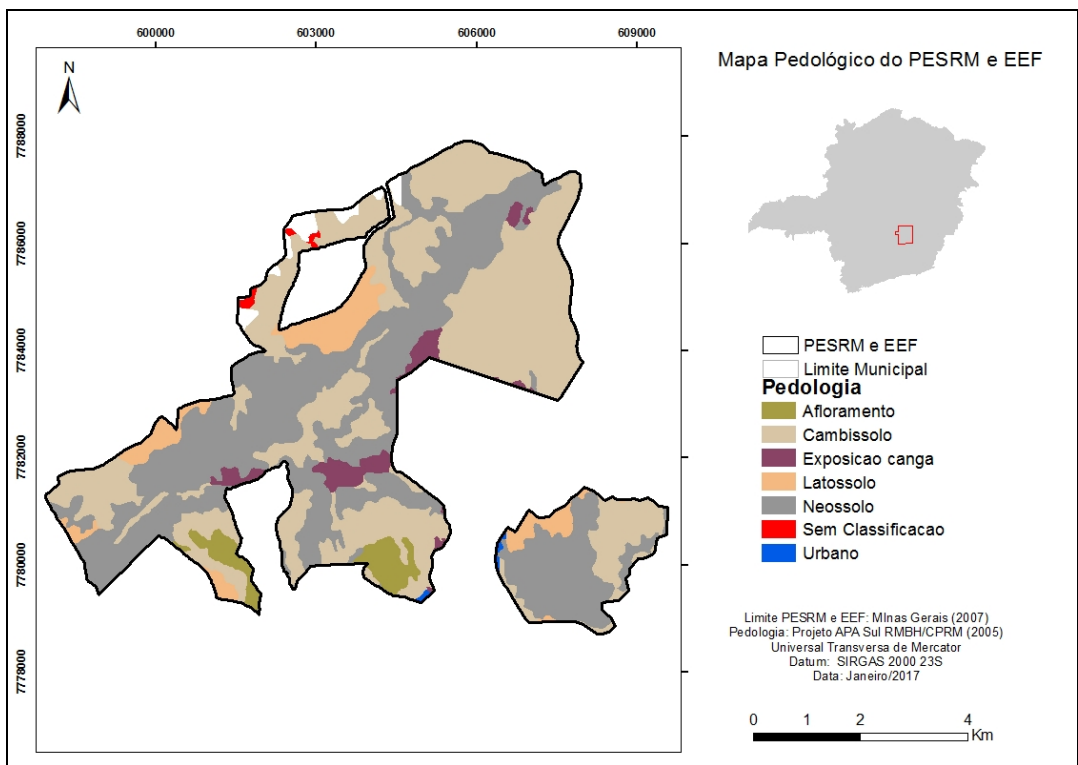


Figura 9: Mapa pedológico do PESRM e EEF

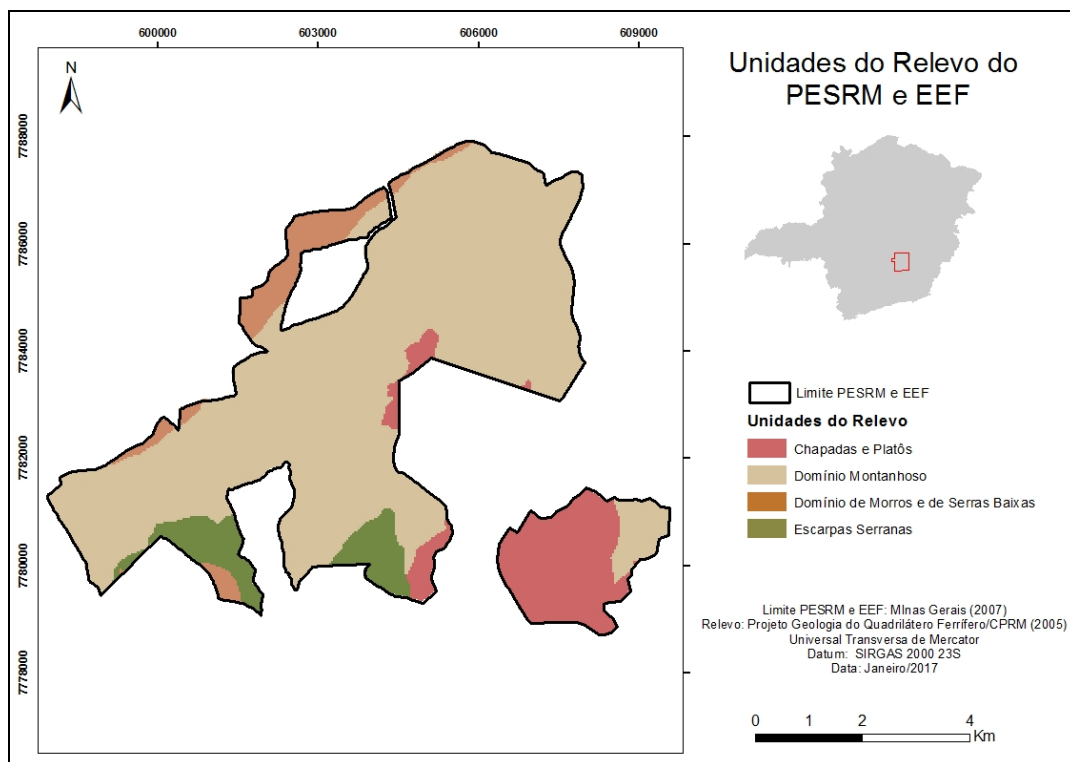


Figura 10: Mapa das Unidades de Relevo do PESRM e EEF

3.2 – 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. Basicamente são os mesmos elementos usados por Santos (2014), a diferença foi a inclusão da litologia.

A combinação dos *layers* correspondentes a essas variáveis foi realizada no *software* ArcGIS 10.1. Esse procedimento gerou 2260 combinações, que foram formatadas em um arquivo no *WordPad* e salvas em formato suportado pelo *software* Weka Explorer (extensão .arff).

3.3 – 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 do 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 Relevô

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 11), foi elaborado por meio da espacialização das regras de associações geradas pela árvore de decisão utilizando o *software* ArcGis 10.1. Para esse procedimento, foram efetuadas consultas SQL (*Structured Query Language*) e inserção, na tabela de atributos, das novas classes definidas.

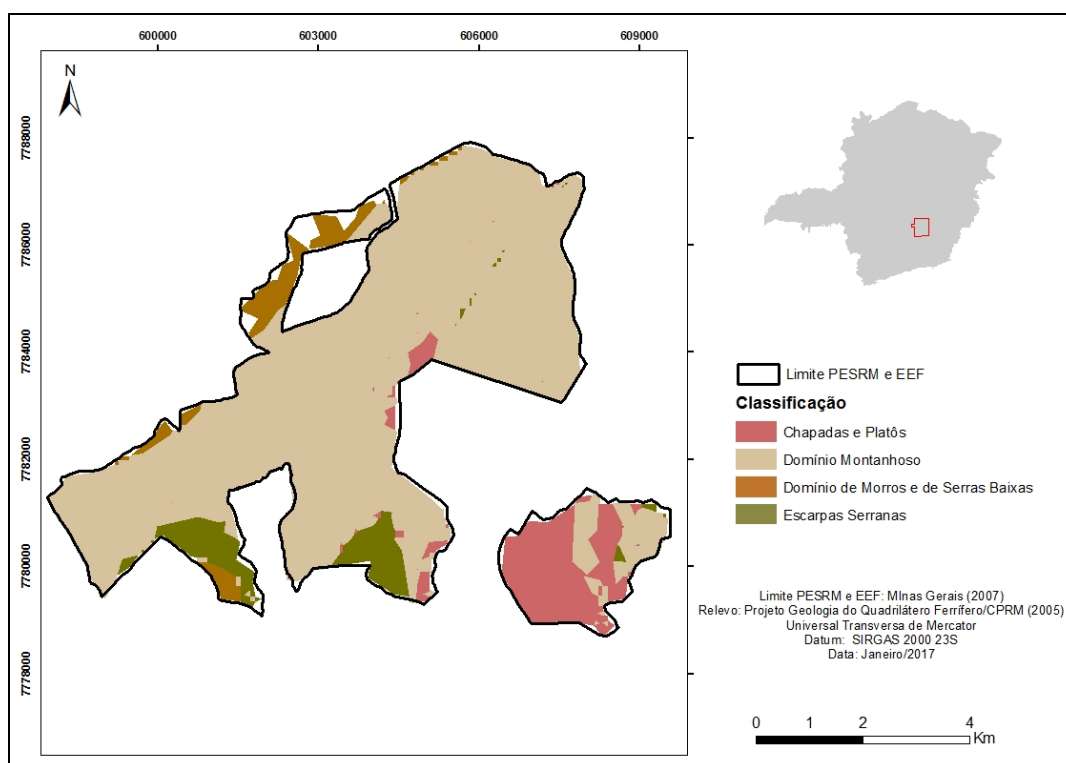


Figura 11: Mapa resultante da classificação por Árvore de Decisão - Elemento Condutor: Unidades de Relevô

Como o zoneamento do PESRM e EEF 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 é a averiguar em que nível o zoneamento contém um padrão capaz de distinguir porções da paisagem.

O Zoneamento do PESRM e EEF compreende em 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 Arcview 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%).

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%							

Tabela 2: Matriz de Confusão (%) – Elemento Condutor – Zoneamento

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. A espacialização dessas novas regras de associação gerou como resultado um mapa (Figura 12) com manchas fragmentadas dificultando a identificação de Unidades de Paisagem.

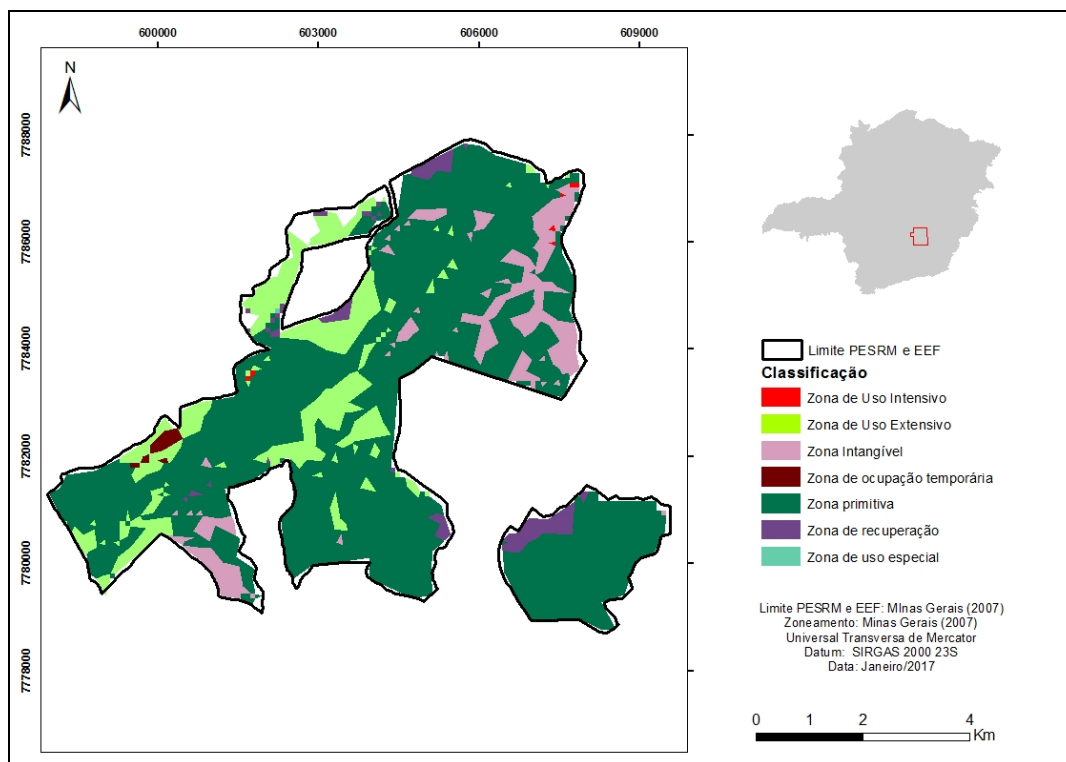


Figura 12: Mapa resultante da Classificação por Árvore de Decisão – Elemento Condutor: Zoneamento

4. RESULTADOS

Para produzir uma proposta de unidades de paisagem do PESRM e EEF (Figura 13) foi utilizada a compartimentação da área de estudo 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 13). A Unidade batizada como Domínio Curreal 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.

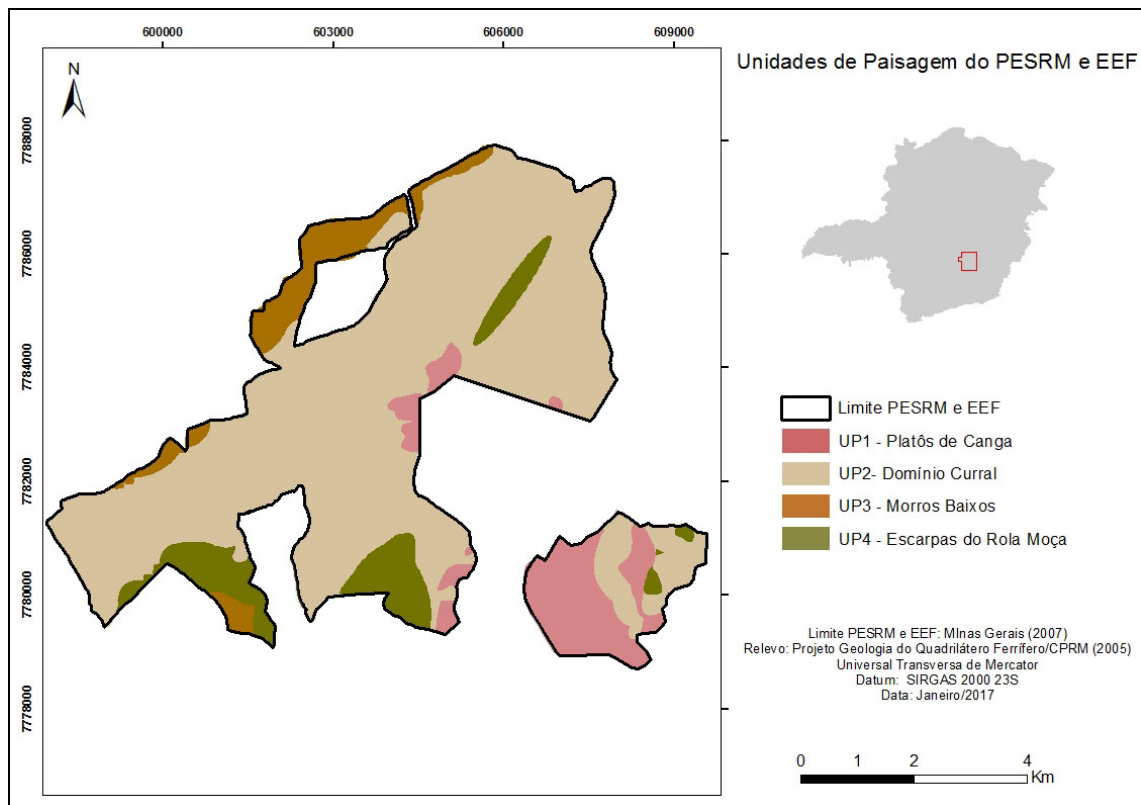


Figura 13: Unidades de Paisagem do Parque Estadual da Serra do Rola Moça e Estação Ecológica de Fechos

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, Savana 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,	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, Refúgio Ecológico (quartzito)	982 - 1.350	25 a 60°	354,7	7,8

A partir de características predominantes e singularidades detectadas foi feito um detalhamento do perfil de cada uma das UPs identificadas que é apresentado a seguir.

UPI – 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 identificada e encontra-se inserida, em sua maioria, na Estação Ecológica de Fechos, 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 300m 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 14).

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 14: Vista a partir do Platô da UP1 no PESRM para o município de Ibirité.

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, Bálamo 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 15: UP2 – Exposição de Canga e relevo montanhoso.



Figura 16: UP2 – Manancial Taboões.



Figura 17: UP2 – Manancial Catarina.

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 18: UP3 – Relevo caracterizado por domínios de Morro.

UP4 – Escarpas Serranas

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%).

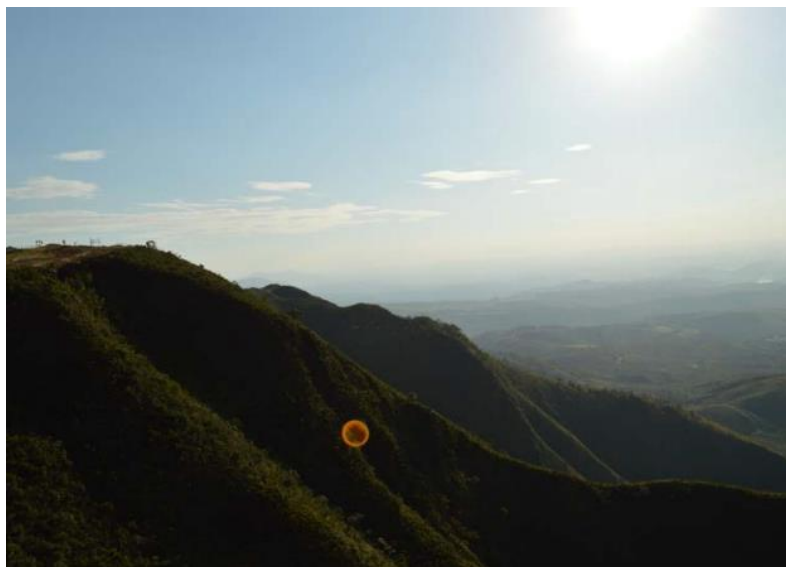


Figura 19: UP4 – Encostas escarpadas

5. 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

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.

TROPMAIR, 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. 2013. 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. asadep.com.ar-259, 2013.

ANEXO A

Arvore e de decisão elaborada pelas autoras por meio do elemento condutor relevo.

== Run information ==

Scheme: weka.classifiers.trees.J48 -R -N 3 -Q 1 -M 2
Relation: paisagem
Instances: 2260
Attributes: 9
LITOLOGIA
RELEVO
USO
PEDOLOGIA
ZONEAMENTO
HID_PROJ
HIPS_RECLS_7
DCL_RECLS
UNID_GEO

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

J48 pruned tree

UNID_GEO = 1
| LITOLOGIA = QT: DM (2.0)
| LITOLOGIA = GN: DM (0.0)
| LITOLOGIA = CAN
| | PEDOLOGIA = NE: DM (18.0/1.0)
| | PEDOLOGIA = CA1: CHP (3.0)
| | PEDOLOGIA = CA2: DM (0.0)
| | PEDOLOGIA = LA: DM (0.0)
| | PEDOLOGIA = AF: CHP (1.0)
| | PEDOLOGIA = LV: DM (0.0)
| | PEDOLOGIA = CA3: DM (0.0)
| | PEDOLOGIA = CA4: DM (3.0)
| | PEDOLOGIA = CA5: DM (0.0)
| | PEDOLOGIA = EC: DM (31.0/1.0)
| | PEDOLOGIA = SC: DM (0.0)
| | PEDOLOGIA = UR: DM (0.0)
| LITOLOGIA = ALU
| | HID_PROJ = 1: DM (0.0)


```

| | HID_PROJ = 2: CHP (2.0)
| | HID_PROJ = 3: CHP (2.0)
| | HID_PROJ = 4: DM (0.0)
| | HID_PROJ = 5: DM (6.0)
| LITOLOGIA = CPM: DM (7.0)
| LITOLOGIA = DIA: DM (2.0)
| LITOLOGIA = XT: DM (3.0)
| LITOLOGIA = CT: DM (0.0)
| LITOLOGIA = TX: DM (0.0)
| LITOLOGIA = IT
| | ZONEAMENTO = ZR
| | | HIPS_RECLS_7 = 1: CHP (0.0)
| | | HIPS_RECLS_7 = 2: CHP (0.0)
| | | HIPS_RECLS_7 = 3: CHP (0.0)
| | | HIPS_RECLS_7 = 4: CHP (0.0)
| | | HIPS_RECLS_7 = 5: CHP (0.0)
| | | HIPS_RECLS_7 = 6: DM (11.0/3.0)
| | | HIPS_RECLS_7 = 7: CHP (6.0)
| | ZONEAMENTO = ZEX: DM (59.0)
| | ZONEAMENTO = ZUI: DM (0.0)
| | ZONEAMENTO = ZP
| | | PEDOLOGIA = NE
| | | | USO = CE: DM (8.0)
| | | | USO = CA: DM (0.0)
| | | | USO = FL: CHP (21.0/10.0)
| | | | USO = AD: DM (0.0)
| | | | USO = SG: DM (78.0/23.0)
| | | | USO = QT: DM (0.0)
| | | PEDOLOGIA = CA1
| | | | HID_PROJ = 1: DM (0.0)
| | | | HID_PROJ = 2: CHP (1.0)
| | | | HID_PROJ = 3
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 1: CHP (0.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 2: CHP (0.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 3: CHP (0.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 4: CHP (0.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 5: CHP (0.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 6: DM (2.0/1.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 7: CHP (4.0)
| | | | HID_PROJ = 4: DM (11.0)
| | | | HID_PROJ = 5: DM (7.0)
| | | PEDOLOGIA = CA2: DM (14.0)
| | | PEDOLOGIA = LA: DM (0.0)
| | | PEDOLOGIA = AF: DM (5.0/1.0)
| | | PEDOLOGIA = LV: DM (0.0)
| | | PEDOLOGIA = CA3
| | | | HIPS_RECLS_7 = 1: DM (0.0)
| | | | HIPS_RECLS_7 = 2

```

| | | | | HID_PROJ = 1: DM (0.0)
| | | | | HID_PROJ = 2: DM (0.0)
| | | | | HID_PROJ = 3: DM (2.0)
| | | | | HID_PROJ = 4: DM (4.0)
| | | | | HID_PROJ = 5: CHP (5.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 3: CHP (14.0/6.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 4: CHP (12.0/5.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 5: DM (6.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 6: DM (0.0)
| | | | | HIPS_RECLS_7 = 7: DM (0.0)
| | | | | PEDOLOGIA = CA4: DM (5.0/2.0)
| | | | | PEDOLOGIA = CA5: DM (0.0)
| | | | | PEDOLOGIA = EC: DM (2.0)
| | | | | PEDOLOGIA = SC: DM (0.0)
| | | | | PEDOLOGIA = UR: CHP (1.0)
| | | ZONEAMENTO = ZI: DM (20.0)
| | | ZONEAMENTO = ZO: DM (0.0)
| | | ZONEAMENTO = ZUE: DM (5.0/1.0)
| | LITOLOGIA = SE: DM (0.0)
| | LITOLOGIA = CN: DM (0.0)
| | LITOLOGIA = EL: DM (13.0)
| | LITOLOGIA = CX: DM (0.0)
| | LITOLOGIA = DC: DM (356.0)
| | LITOLOGIA = FL: DM (19.0/2.0)
UNID_GEO = 2: DM (188.0)
UNID_GEO = 3: DM (0.0)
UNID_GEO = 4
| | USO = CE: ES (15.0)
| | USO = CA: DM (6.0)
| | USO = FL
| | | HIPS_RECLS_7 = 1: DM (3.0/1.0)
| | | HIPS_RECLS_7 = 2
| | | LITOLOGIA = QT: ES (11.0)
| | | LITOLOGIA = GN: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = CAN: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = ALU: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = CPM: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = DIA: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = XT: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = CT: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = TX: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = IT: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = SE: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = CN: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = EL: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = CX: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = DC: ES (0.0)
| | | LITOLOGIA = FL

```

| | | | DCL_RECLS = 1: DM (2.0)
| | | | DCL_RECLS = 2: ES (1.0)
| | | | DCL_RECLS = 3: ES (3.0/1.0)
| | | | DCL_RECLS = 4: DM (2.0)
| | | | DCL_RECLS = 5: DM (1.0)
| | | | DCL_RECLS = 6: DM (0.0)
| | | | DCL_RECLS = 7: DM (0.0)
| | | | DCL_RECLS = 8: DM (0.0)
| | | | DCL_RECLS = 9: DM (0.0)
| | HIPS_RECLS_7 = 3: ES (24.0/7.0)
| | HIPS_RECLS_7 = 4
| | | HID_PROJ = 1: ES (0.0)
| | | HID_PROJ = 2: DM (1.0)
| | | HID_PROJ = 3: DM (3.0)
| | | HID_PROJ = 4: DM (5.0/1.0)
| | | HID_PROJ = 5: ES (10.0)
| | HIPS_RECLS_7 = 5: DM (12.0)
| | HIPS_RECLS_7 = 6: ES (0.0)
| | HIPS_RECLS_7 = 7: ES (0.0)
| USO = AD: ES (0.0)
| USO = SG
| | HID_PROJ = 1: ES (0.0)
| | HID_PROJ = 2: DM (8.0/1.0)
| | HID_PROJ = 3
| | | PEDOLOGIA = NE: DM (0.0)
| | | PEDOLOGIA = CA1: ES (1.0)
| | | PEDOLOGIA = CA2: DM (20.0/4.0)
| | | PEDOLOGIA = LA: DM (0.0)
| | | PEDOLOGIA = AF: ES (4.0)
| | | PEDOLOGIA = LV: DM (0.0)
| | | PEDOLOGIA = CA3: DM (5.0)
| | | PEDOLOGIA = CA4: DM (0.0)
| | | PEDOLOGIA = CA5: DM (0.0)
| | | PEDOLOGIA = EC: DM (0.0)
| | | PEDOLOGIA = SC: DM (0.0)
| | | PEDOLOGIA = UR: DM (0.0)
| | HID_PROJ = 4: ES (26.0/12.0)
| | HID_PROJ = 5: ES (22.0)
| USO = QT: ES (42.0)
UNID_GEO = 5: DM (146.0)
UNID_GEO = 6: CHP (38.0)
UNID_GEO = 7: DMS (48.0)
UNID_GEO = 8: CHP (74.0)
UNID_GEO = 9: DMS (14.0)
UNID_GEO = 10: ES (1.0)

```

Number of Leaves : 141
Size of the tree : 160

Time taken to build model: 0.14 seconds

=== Evaluation on training set ===

Time taken to test model on training data: 0.34 second

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	2140	94.6903 %
Incorrectly Classified Instances	120	5.3097 %
Kappa statistic	0.8779	
Mean absolute error	0.037	
Root mean squared error	0.1384	
Relative absolute error	16.818 %	
Root relative squared error	41.7813 %	
Coverage of cases (0.95 level)	99.646 %	
Mean rel. region size (0.95 level)	29.6128 %	
Total Number of Instances	2260	

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	Class
		0,968	0,111	0,959	0,968	0,964	0,864	0,983	DM
		0,815	0,015	0,893	0,815	0,853	0,833	0,986	CHP
		1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	DMS
		0,941	0,011	0,900	0,941	0,920	0,911	0,989	ES
Weighted Avg.	0,947	0,084	0,946	0,947	0,946	0,870	0,985	0,980	

=== Confusion Matrix ===

	a	b	c	d	<-- classified as
1597	29	0	23		a = DM
55	243	0	0		b = CHP
0	0	93	0		c = DMS
13	0	0	207		d = ES