

Geossistemas: interpretação e aplicação de um conceito para uma proposta de zoneamento ambiental na bacia do Rio Paraibuna, Zona da Mata mineira

Geosystems: interpretation and application of a concept for a proposal of environmental zoning in the basin of Rio Paraibuna, Zona da Mata mineira

*Roberto MARQUES NETO*¹
*Geovane Caon de OLIVEIRA*²
*Elver Loner Nunes RODRIGUES*³
*Alexander de OLIVEIRA*⁴

RESUMO

O conceito de geossistema apresenta auspicioso potencial para o ordenamento territorial, que pode ser levado a efeito segundo suas bases teóricas e seus pressupostos metodológicos. Pautado nessa premissa, o presente trabalho apresenta uma proposta de zoneamento ambiental para a bacia hidrográfica do rio Paraibuna, localizada na parte sudeste do estado de Minas Gerais (Zona da Mata Mineira), estabelecida a partir da concepção geossistêmica. Os geossistemas foram interpretados em seus níveis topológicos em escala de 1/50.000, compatível com a grandeza sub-regional da bacia estudada, e as unidades básicas de mapeamento foram os grupos de fácies, cujo arranjo engendra indivíduos geográficos com diferentes aptidões ao manejo e uso de suas terras, e que foram tomados como referência central para o estabelecimento das seguintes unidades de zoneamento: Zona de Conservação; Zona de Uso Agropecuário Controlado; Zona de Uso Agropecuário Intensivo; Zona Urbana Consolidada; Zona de Expansão Urbana; Zonas de Uso Especial.

Palavras-chave: Geossistemas; Zoneamento ambiental; Bacia do rio Paraibuna; Grupo de fácies.

ABSTRACT

The concept of geosystem presents auspicious potential for the territorial planning that can be carried out according to its theoretical basis and its methodological presuppositions. Based in this premises the present work

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geociências, Juiz de Fora, MG, Brasil. roberto.marques@uff.edu.br

² Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Geociências, Juiz de Fora, MG, Brasil. geovanecaon@gmail.com

³ Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Geociências, Juiz de Fora, MG, Brasil. elverloner@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Geociências, Juiz de Fora, MG, Brasil. alexpintor@ibest.com.br

presents a proposal of environmental zoning for the hydrographic basin of Rio Paraibuna located in the southeastern portion of the state of Minas Gerais (Zona da Mata Mineira) established by the geosystemic conception. The geosystems were interpreted in its topological levels in a scale of 1/50,000 compatible with the sub-regional greatness of the studied basin and the basic unities of mapping were the groups of facies which arrangement engender geographical individuals with different aptitudes to the handling and usage of its lands and that were taken as central reference for the establishment of the following unities of zoning: Conservation Zone; Controlled Agricultural Usage Zone; Intensive Agricultural Usage Zone; Consolidated Urban Zone; Urban Expansion Zone; Special Usage Zone.

Keywords: Geosystems; environmental zoning; Rio Paraibuna basin; group of facies.

* * *

Introdução

Geossistema é um conceito de caráter naturalista formulado no âmbito da Geografia eslava por Viktor B. Sochava, ainda na primeira metade da década de 1960. Cavalcanti (2013) assevera a dimensão conceitual do geossistema em sua formulação original, doravante distorcida na primeira proposição de Bertrand (1971), que repagina o termo, o destitui de seu caráter conceitual, e o converte em uma categoria taxo-corológica posicionada no topo das unidades inferiores e na base das unidades superiores.

A originalidade da formulação da abordagem geossistêmica entende o conceito (geossistema) como uma unidade espacial de cunho natural que estabelece conexões com a esfera socioeconômica (CHRISTOFOLETTI, 1999), conforme preconizado pelo seu formulador (SOCHAVA, 1978), que estabelece que as questões de caráter antrópico partilham do geossistema na forma de conexões com a esfera biofísica. Sua manifestação espacial é multiescalar, consubstanciando-se dos níveis mais elementares (fácies físico-geográficas) até as grandezas zonais e planetárias (envelope geográfico), numa organização hierárquica que discerne integridades homogêneas (geômeros) e heterogêneas (geócoros). Os geômeros figuram como tipologias, e os géócoros como os chamados indivíduos geográficos; tais indivíduos têm no macrogeócoro a unidade que marca a passagem dos níveis escalares locais (topológicos) para os níveis regionais, e, segundo Sochava (1978), além de

figurar como a unidade espacial que melhor desvela a paisagem, também constitui a maior aproximação da ordem de grandeza geossistêmica que Bertrand (1971) propôs inicialmente.

Os macrogeócoros, portanto, são unidades estratégicas para o planejamento da paisagem, na medida em que se materializam na interpenetração de tipologias (classes de fácies) que revelam, na própria estrutura de sua classificação e nomenclatura, os mosaicos formadores das paisagens regionais. Nesse contexto, a bacia do rio Paraibuna, área na qual o presente estudo se estabelece, apresenta uma dimensão sub-regional que se adéqua aos patamares superiores dos chamados níveis topológicos propostos por Sochava (1978). Em 1256 km² de área, a bacia em questão congrega diferentes elementos estruturais e unidades de uso e cobertura, com variadas solicitações ao meio, realçadamente as demandas por terra e água provenientes da sede municipal de Juiz de Fora, maior corpo urbano da Zona da Mata Mineira. Diante do atual quadro de alteração ambiental processado em uma espacialidade sub-regional, fortemente representativa das paisagens pertencentes aos domínios de relevos mamelonizados em rochas cristalinas do Planalto Atlântico, resolveu-se elaborar uma proposta de zoneamento ambiental para a bacia do rio Paraibuna pensada a partir dos mosaicos engendrados por seus grupos de fácies, discutindo a inserção da abordagem geossistêmica no planejamento ambiental.

Abordagem teórica e metodológica

A concepção geossistêmica aqui trabalhada, conforme exposto, partiu das formulações de Sochava (1971, 1977, 1978, 1978a), às quais foram incorporadas novas concepções voltadas para o estudo integrado da paisagem. A expressão espacial da bacia do rio Paraibuna, estabelecida em uma ordem de grandeza sub-regional, sugeriu a adoção de uma escala de semidetalhe (1/50.000) para a interpretação da paisagem em seus aspectos estruturais, funcionais e dinâmicos, escala esta pela qual foram editados os documentos cartográficos que partilharam da pauta metodológica estabelecida.

Em princípio, a estrutura da paisagem foi investigada por procedimentos de interpretação de bases cartográficas e produtos de sensoriamento remoto associados a trabalhos de campo levados a efeito na bacia. Como apoio, foram gerados os seguintes documentos cartográficos: declividade, hipsometria, compartimentação geomorfológica, geologia, solos, uso da terra e cobertura vegetal.

O banco de dados foi organizado em software ArcGIS a partir da articulação em meio digital das folhas topográficas que abrangem o corte territorial da bacia em conjunto com as informações em formato vetorial, correspondentes à drenagem e às curvas de nível com equidistância de 20 metros. Em seguida, se obteve no âmbito do United States Geological Survey (USGS) a imagem Landsat 7 (bandas 5, 4, 3) com resolução de 15 metros e a imagem de radar correspondente ao projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), da qual foram extraídas as informações clinográficas e hipsométricas. Os dados litológicos foram obtidos junto ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM), em escala de 1/100.000. Doravante, a partir da integração entre os declives locais e a profundidade de dissecação (PONÇANO et al. 1981), estabeleceu-se uma compartimentação geomorfológica integralizada segundo os padrões de formas semelhantes (ROSS, 1992), discernindo-se os seguintes tipos genéticos: (1) Modelados de Agradação (A); (2) Modelados de dissecação em controle estrutural (DE); (3) Modelados de dissecação homogênea (D).

A rede hidrográfica foi interpretada a partir do conceito de estilos fluviais (river styles) (BRYERLEY e FRYRS, 2005) com base em seus níveis mais gerais de abordagem, sem atinar para aspectos hidrodinâmicos e morfoestratigráficos, atentando apenas à morfologia do vale e canais associados no intuito de melhor integrar a rede hidrográfica no conjunto da paisagem. A área de estudo foi então zoneada segundo o predomínio de vales encaixados (ou confinados), parcialmente confinados e abertos (não confinados), a exemplo do que fora levado a efeito por Lima e Marçal (2013);

posteriormente, as tipologias interpretadas foram incorporadas na classificação dos geossistemas.

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal também lançou mão do software ArcGIS, optando-se por utilizar a extensão ArcBruticle versão 0.3.3 (Bing Maps), anexada no ambiente do ArcMap (ESRI®), possibilitando assim a manipulação de imagens fornecidas pelo programa mediante significativa precisão. A técnica em questão consiste, basicamente, na criação de um shapefile de polígono, pelo qual as áreas das diferentes modalidades de uso e cobertura são contornadas por digitalização manual, e as informações são subsequentemente inseridas em uma tabela de atributos.

A interpretação conjunta entre os elementos estruturais desvelou as combinações estabelecidas nos grupos de fácies, tipologia pertencente aos níveis topológicos de Sochava (1978) que expressa a concretude das organizações espaciais consubstanciadas na escala trabalhada, e que se agrupam em classes de fácies. A partir do princípio bilateral de classificação dos geossistemas proposto pelo autor soviético, os grupos de fácies são unidades pertencentes à fileira dos geômeros intermediárias nos níveis hierárquicos topológicos, e tem nos mesogeócoros seus correspondentes na fileira oposta. Tais tipologias se interpenetram na formação de indivíduos geográficos, representados em um mapa regional-tipológico, ou seja, que congrega tanto as tipologias (geômeros) como os indivíduos geográficos em si (geócoros), ainda que na prática a maioria dos trabalhos têm adotado as tipologias como unidades básicas de mapeamento, conforme levado a efeito por autores como Plyusnin et al. (2008), Suvorov, Semenov e Novitskaya (2009), Abalakov e Seykh (2010), Kuzmenko (2010), Kuznetsova et al. (2011), Lynasova, Semenov e Sorkovoi (2011), Suvorov e Kitov (2013), entre outros. No presente trabalho, cada classe de fácies se consubstancia, portanto, por um conjunto de grupos de fácies; por fim, no intuito de projetar a expressão regional dos geossistemas da bacia do rio Paraibuna, o documento cartográfico também informa o macrogeócoro no qual cada topogeócoro se inscreve, ainda que não tenha sido a unidade básica de interpretação.

Os geossistemas interpretados foram classificados segundo o grau de transformação de suas estruturas e funções originais. Nesse sentido, Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2010) propõem a diferenciação de paisagens naturais, paisagens antroponaturais e paisagens antropogênicas; repaginando a proposta, os geossistemas foram diferenciados segundo as seguintes categorias: (1) geossistemas com predomínio de estruturas naturais; (2) geossistemas com predomínio de estruturas antroponaturais; (3) geossistemas com predomínio de estruturas antropogênicas. Essa diferenciação estrutural elementar associada à interpretação integrada da paisagem permitiu que fossem revelados importantes aspectos acerca das funções geocológicas destas espacialidades, o que foi fundamental para a proposta de zoneamento apresentada.

A área de estudo

Localizada no sudeste do estado de Minas Gerais, mesorregião administrativa da Zona da Mata Mineira (figura 1), a bacia do rio Paraibuna partilha do sistema hidrográfico capitaneado pelo rio Paraíba do Sul, sendo seu principal tronco coletor afluente direto do rio do Peixe. O rio Paraibuna e sua rede de afluentes diretos e indiretos dissecam litologias diversas em gnaisses, enderbitos e charnockitos pertencentes ao Complexo Juiz de Fora, do Paleoproterozoico, bem como biotita-gnaisses e quartzitos supracrustais do Grupo Andrelândia (SOARES et al. 2003).

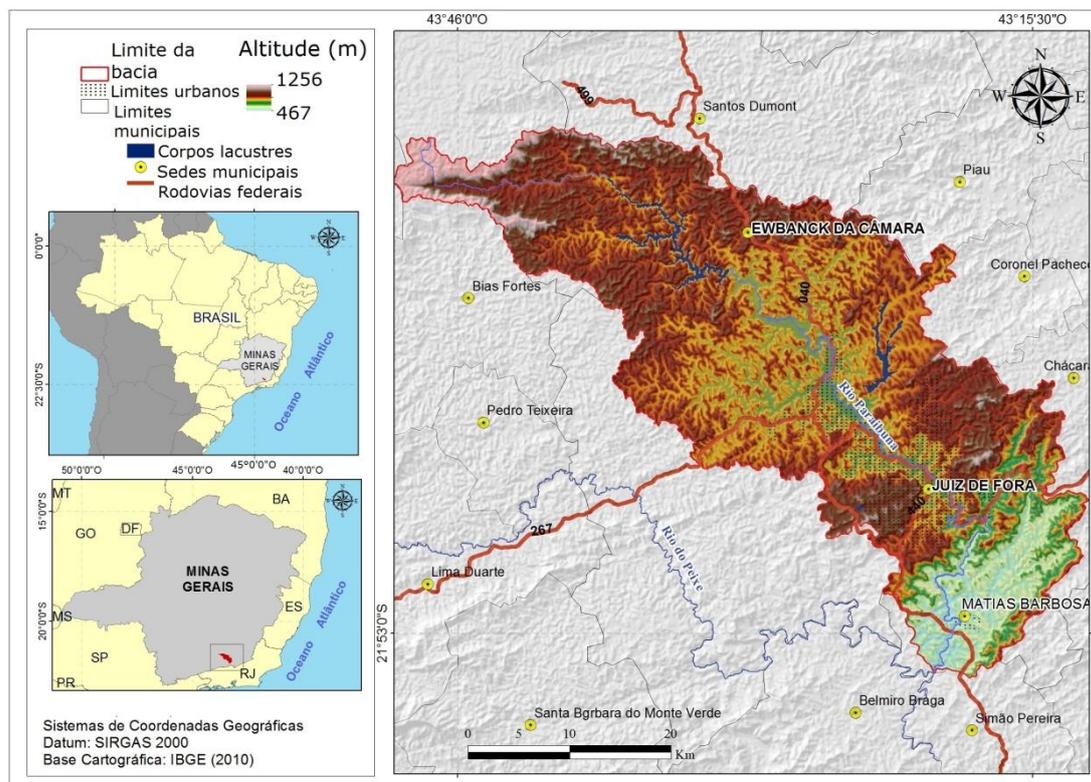
As cabeceiras do rio Paraibuna se posicionam em prolongamento NE da porção meridional da Serra da Mantiqueira que limita o front erosivo do rio do Peixe e sub-bacias conexas com o Planalto de Campos das Vertentes, encerrando o domínio da alta bacia até o knick estabelecido com os morros e serranias da Zona da Mata, onde eclode um relevo de aspecto mais mamelonizado e convexo que domina por toda a bacia hidrográfica no tocante às suas morfologias denudacionais.

A área urbana de Juiz de Fora, de significativo porte, se aloja ao longo do minigraben ao qual o rio Paraibuna está adaptado, ocupando densamente

suas planícies e terraços e se consolidando pelos morros embutidos e nas faixas interfluviais dos horts correlatos. A planície aluvial de significativo desenvolvimento lateral é bruscamente estrangulada no ponto onde o rio intercepta uma falha de orientação NE-SW em movimento, o que modifica bruscamente a orientação do canal, que segue seu baixo curso intercalando segmentos de encaixamento e entalhe pronunciados com alvéolos de dimensões restritas quando comparados às planícies e terraços do médio curso. Às morfologias agradacionais se relacionam, sobretudo, Neossolos Flúvicos, observados nas restritas exposições, cujo retrabalhamento foi, em grande medida, interrompido com as alterações dadas por aterros e impermeabilizações que acompanharam a consolidação da cidade. Os modelados de dissecação aportam coberturas de alteração argilosas pedogeneizadas em Latossolos associados a Cambissolos, predominantemente, que se interrompem em discordâncias erosivas que separam em considerável desnível o que se diferencia como “cidade alta” (na faixa de 900 m) e “cidade baixa” (em torno de 700 m). Em grande medida o contato entre o nível geomorfológico mais elevado e o gráben se dá por extensas rampas coluvionares correlativas aos processos denudacionais do *horst*, francamente pedogeneizadas em Latossolos.

O desnível altimétrico pronunciado forjado pela tafrogenia faz com que na bacia do rio Paraibuna se verifique diferenciações climáticas dignas de apreço em distâncias relativamente curtas, a exemplo do que se vê na própria área urbana de Juiz de Fora, acometida pelo clima tropical típico na “cidade baixa” e pelo tipo climático tropical de altitude na “cidade alta”.

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Paraibuna.



Resultados

As unidades básicas de mapeamento dos geossistemas na bacia do rio Paraibuna foram estabelecidas nos grupos de fácies, nível hierárquico intermediário no estrato topológico da organização geossistêmica, adequados para a interpretação e classificação bilateral dos geossistemas na escala trabalhada. Cerca de dezessete grupos de fácies foram discernidos, quinze deles adequáveis a duas classes de fácies de ampla manifestação na espacialidade estudada: (1) *Morrarias e baixas cristas interplanálticas originalmente florestadas*, que excedem o perímetro da bacia a se inscreverem no conjunto de morrarias e baixas cristas da Zona da Mata Mineira (macrogeócoro); (2) *Morros e planícies urbanizadas do vale do rio Paraibuna*, totalmente adstrita à bacia, definida pelas extensões urbanizadas do gráben do rio Paraibuna e dos morros escalonados que compõem a primeira linha divisória, destacadamente a área urbana de Juiz de Fora. Os dois grupos de

fácies restantes partilham de geossistemas regionais que possuem uma amostra restrita na área de estudo, o que não levou à interpretação das classes de fácies; ainda assim, os macrogeócoros aos quais pertencem foram explicitados como demonstrativos das paisagens regionais nas quais os dois grupos mapeados se inscrevem. A figura 2 consiste na representação cartográfica dos geossistemas da bacia do rio Paraibuna, seguida de sua respectiva legenda (figura 3).

Figura 2. Mapa regional-tipológico representativo dos geossistemas da bacia do Rio Paraibuna.

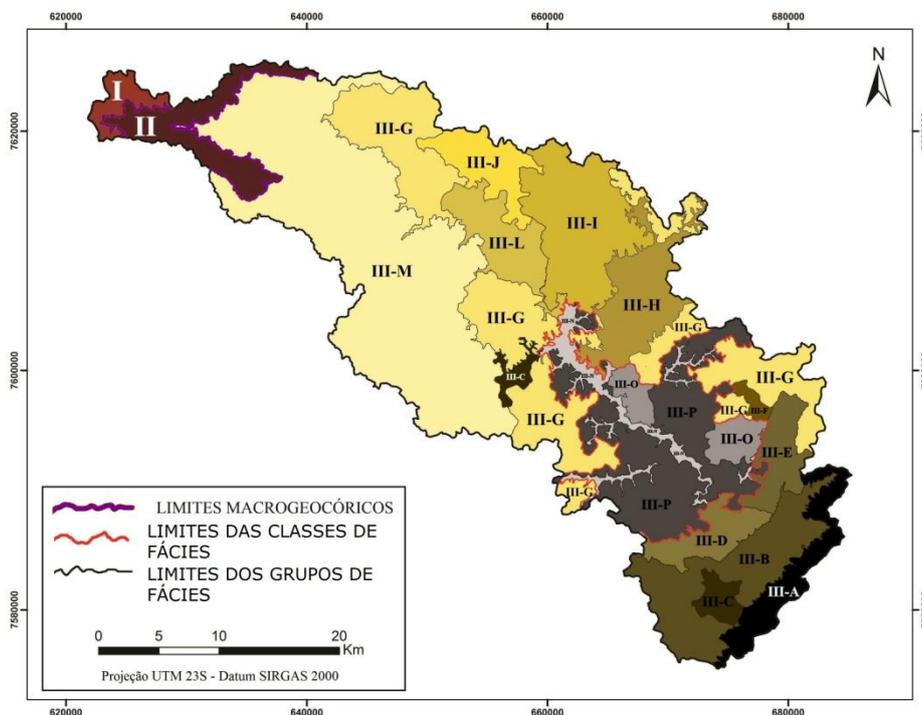


Figura 3. Legenda.

MACROGEÓCORO - I		MORROS ALTIMONTANOS DO PLANALTO DE CAMPOS DAS VERTENTES		PREDOMÍNIO DE ESTRUTURAS ANTROPONATURAIS	
GRUPO DE FÁCIES		Morros altimontanos com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos sob influência de pastagem	MESOGÉOCORO		
MACROGEÓCORO - II		ESCARPAS EROSIVAS DA MANTIQUEIRA MERIDIONAL			
GRUPO DE FÁCIES		Vertentes Escarpadas com Floresta Estacional Semidecidual Alto-Montana alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência de pastagem	MESOGÉOCORO		
MACROGEÓCORO - III		MORRARIAS E BAIXAS CRISTAS DA ZONA DA MATA MINEIRA			
CLASSE DE FÁCIES		MORRARIAS E BAIXAS CRISTAS INTERPLANÁLTICAS ORIGINALMENTE FLORESTADAS			
GRUPO DE FÁCIES	III - A		Cristas estruturais rebaixadas e morros alinhados em vales confinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência de pastagem		MESOGÉOCORO
	III - B		Morros e morrotes em vales confinados a semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência urbana e de pastagem		
	III - C		Morros e morrotes em vales semiconfinados a abertos com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência urbana e de pastagem		
	III - D		Morros e baixas cristas em vales confinados a semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência de pastagem		
	III - E		Morros e colinas em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência urbana, <i>Eucalyptus</i> e pastagem		
	III - F		Morros e morrotes em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência urbana, <i>Eucalyptus</i> e pastagem		
	III - G		Morros e morrotes em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência de		
	III - H		Morros e baixas cristas em vales abertos com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência de pastagem		
	III - I		Morros e morrotes em vales abertos a semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência de pastagem		
	III - J		Morros e morrotes em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência urbana, <i>Eucalyptus</i> e pastagem		
III - L		Morros e morrotes em vales abertos com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência urbana, <i>Eucalyptus</i> e pastagem			
III - M		Morros e morrotes em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência de <i>Eucalyptus</i> e pastagem			
CLASSE DE FÁCIES		MORROS E PLANÍCIES URBANIZADAS DO VALE DO RIO PARAÍBUNA		PREDOMÍNIO DE ESTRUTURAS ANTROPOGÊNICAS	
GRUPO DE FÁCIES	III - N		Planícies e terraços urbanizados em vales abertos sobre Latossolos + Gleissolos sob influência de pastagem		MESOGÉOCORO
	III - O		Morros em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência de pastagem		
	III - P		Morros urbanizados em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre Latossolos + Cambissolos sob influência de pastagem		

Os macrogeócoros I e II figuram como geossistemas regionais vinculados, do ponto de vista genético-estrutural, a outras regiões geomorfológicas, configurando, respectivamente, pequenas porções do Planalto de Campos das Vertentes e da Mantiqueira Setentrional (sensu GATTO et al. 1983) que adentram a alta bacia do Paraibuna, com paisagens e aptidões ao manejo distintas do que ocorre nos terrenos mamelonizados e de baixas cristas pertencentes às Serranias da Zona da Mata Mineira, que perfazem a maior parte da área de estudo. Os geossistemas contidos nesse compartimento geomorfológico de expressão regional são caracterizados por relevo mamelonizado com vertentes convexo-retilíneas e topos convexos a aplainados, como ocorre na faixa divisória da margem esquerda da bacia, cujas linhas interfluviais são dadas por uma estreita superfície aplainada preservada em parte por bancadas lateríticas.

A partir da média bacia, verifica-se um rebaixamento de fundo estabelecido com a interceptação de uma falha de orientação NE-SW, pela qual se delimita o gráben do rio Paraibuna, estrutura esta que deu aporte a maior parte da área urbana de Juiz de Fora, maior e mais importante contexto urbano da Zona da Mata Mineira. A porção mais significativa da sede está edificada sobre os terraços e planícies gerados pela retenção de sedimentos no bloco abatido e pelas morrarias adjacentes, definindo-se assim uma classe de fácies única em toda a bacia do rio Paraibuna e mesmo em âmbito regional, caracterizada pelo predomínio de estruturas antropogênicas forjadas na impermeabilização extensiva, aplainamentos, terraplanagens, aterros, retificação da drenagem e outras transformações recorrentes e espacialmente contínuas que se desdobram em alterações profundas na estrutura e funcionalidade do geossistema. Na hierarquia dos grupos de fácies, a classe de fácies de estrutura e funcionalidade urbana se diferencia, basicamente, segundo os tipos genéticos denudacionais e agradacionais que definem as unidades em morros e planícies urbanizadas.

Os demais grupos de fácies, que compõem a maioria das unidades, se organizam na classe de fácies de *morrarias e baixas cristas interplanálticas*

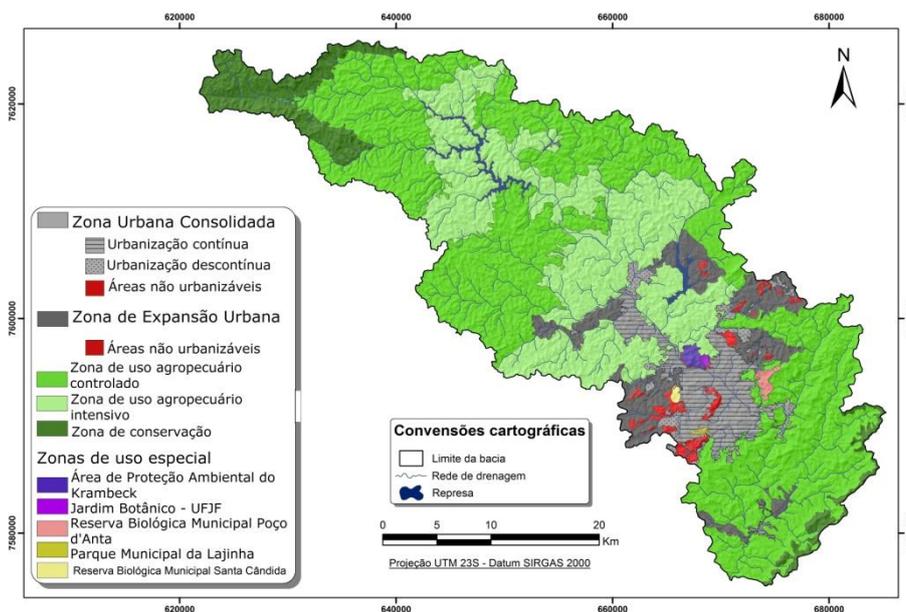
originalmente florestadas, dissecadas pelos rios que drenam em demanda ao gráben do rio Paraíba do Sul, o principal tronco coletor da rede hidrográfica estabelecida nessas paisagens de relevo mamelonizado. Diferenciam-se segundo os padrões de formas de relevo, nos quais os estilos fluviais são dados por vales predominantemente semiconfinados em contraste ao vale aberto e evoluído que o rio Paraibuna apresenta na área urbana de Juiz de Fora, faixa de maior estocagem sedimentar em toda a área de estudo. Mais ainda, contrastam pelas unidades de uso e cobertura, formando mosaicos que intercalam fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, pastagens e silvicultura de *Eucalyptus*, predominantemente. Predominam nesses geossistemas as estruturas antropogênicas.

A conjugação e interpenetração dos grupos de fácies formam diferentes mosaicos, consubstanciados em diferentes aspectos fisiográficos, estruturais, funcionais e dinâmicos. O planejamento da paisagem com base geossistêmica eclode, oportunamente, ao se considerar a concepção de Christofolletti (1999) de que a paisagem é formada a partir da conjugação de diferentes mosaicos no espaço geográfico. De fato, na bacia do rio Paraibuna se materializam duas importantes unidades de paisagem diferenciadas a partir das classes de fácies delimitadas com base nos mosaicos peculiares que congregam, e a disposição entre estes mosaicos e as relações funcionais que estabelecem entre si foram pedra de toque para a proposição de zoneamento ambiental aqui apresentada (figura 4).

A Zona Urbana Consolidada tem na sede de Juiz de Fora sua referência fundamental, uma vez que os demais municípios (Matias Barbosa e Ewbank da Câmara) apresentem dimensões modestas. A complexidade do corpo urbano de Juiz de Fora sugeriu a dissociação de áreas de urbanização contínua e descontínua, sendo o segundo padrão mais típico nas áreas periféricas, onde novos núcleos vão eclodindo em determinados sítios, estabelecendo um arranjo caracterizado por hiatos urbanos existentes entre os núcleos recentes que se formam e cujos tecidos urbanos ainda não coalesceram. A partir destes espaços foi estabelecida uma Zona de Expansão

Urbana, delimitada com base nos núcleos dispersos que, embora rarefeitos, indicam prontamente os vetores de expansão do corpo urbano.

Figura 4. Proposta de zoneamento ambiental para a bacia do rio Paraíba.



A área urbana é circundada por cinco unidades qualificadas como Zonas de Uso Especial, quatro delas estabelecidas em unidades de conservação previstas no SNUC (2000). O significado do caráter de uso especial se dá, justamente, pelo fato de se encontrarem sob a égide de outras autarquias, e seus usos mantém consonância com aqueles admitidos para as modalidades de área protegida que se enquadram. Ainda, são verificadas áreas não urbanizáveis tanto na Zona Urbana Consolidada como na Zona de Expansão Urbana, dadas por taludes e vertentes íngremes ou pela presença de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, sobretudo na área de expansão; caso o fomento da urbanização se intensifique nessas áreas, recomenda-se adequação aos remanescentes florestais, em apreço à própria legislação que impede o desflorestamento de amostras pertencentes à Mata Atlântica. Ainda, topos de morro deveriam, a luz do Novo Código Florestal, resguardar a vegetação nativa, o que nem sempre tem sido verificado na bacia

do rio Paraibuna. A contenção da urbanização nestas áreas é, portanto, ação fundamental para minimizar os conflitos de uso da terra existentes.

O fenômeno urbano em Juiz de Fora é, portanto, assaz intrincado. Consolidado sobre sistemas geomorfológicos de evolução complexa, apresenta grandes continuidades, rupturas, vazios urbanos em áreas *non aedificandi* e uma rarefação progressiva e relativa em suas bordas, o que dificulta a própria definição da Zona de Expansão, uma vez que a presença de estruturas eminentemente urbanas tem distribuição difusa a partir das faixas perimetrais da cidade. Em sua porção central e sudeste, a urbanização tomou os morros escalonados e os patamares superiores do *horst*, em parte precedente, em parte posterior à promulgação do Código Florestal de 1964. Na parte noroeste, o tecido urbano tem forte relação com o gráben do rio Paraibuna, se alongando em uma configuração mais longilínea sobreposta ao bloco abatido. Além da influência desse contexto estrutural o corpo urbano perde continuidade, e os núcleos ficam mais esparsos até deixarem de apresentar as estruturas urbanas básicas.

As áreas rurais da bacia do rio Paraibuna não apresentam significativa diversidade de uso e cobertura. Basicamente, intercalam-se extensões dedicadas à pastagem, silvicultura de *Eucalyptus* (*Pinus* em menor medida) e fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, com alguns núcleos de povoamento rural. A partir desse arranjo, uma Zona de Uso Agropecuário Intensivo foi interpretada em espacialidades cuja matriz de uso é a pastagem, e se referem às áreas mais transformadas em sua estrutura original, assumindo contundente funcionalidade produtiva, ainda que pouco diversificada. Diferenciou-se, no entanto, extensões caracterizadas por mosaicos mais complexos, sem matriz dominante claramente definida e com fragmentos florestais de maiores dimensões e em maior número, consorciando as atividades produtivas com lógicas de conservação da flora e da fauna, bem como dos recursos hídricos, proposta sob a denominação de Zona de Uso Agropecuário Controlado, pensada sob a lógica de manutenção das atividades produtivas vigentes desde que os estoques florestais ali depositados não sejam

violados por desflorestamento e outras formas de depleção florística e faunística.

Independentemente da categoria geral de uso da terra no meio rural, intensivo ou controlado, falta adesão plena aos preceitos do Código Florestal no que se refere à manutenção das áreas de preservação permanente e das reservas legais nas propriedades, considerando-se assim imperioso que as atividades produtivas levadas a efeito nas áreas rurais pactuem com a legislação ambiental. Nesse sentido, as categorias de áreas de preservação permanente que têm sido mais frequentemente convertidas em atividades produtivas são os topos de morro e as matas ciliares, o que engendra alterações substanciais nos fluxos de matéria e energia e, por conseguinte, na funcionalidade e dinâmica destes geossistemas.

A presente proposta traz ainda uma Zona de Conservação, estabelecida na extremidade noroeste da bacia, nas escarpas erosivas da Mantiqueira Meridional, e em linhas interfluviais na outra extremidade (sudeste), que se definem em modelados de dissecação em controle estrutural com continuidade florestal e declividades restritivas para usos mais intensivos. Para estas áreas é sugestivo que a cobertura vegetal seja mantida e que os processos naturais de restauração florestal sejam garantidos. Por essa lógica, uma área de conflito se verifica nas pastagens estabelecidas no Planalto de Campos das Vertentes, além das escarpas da Mantiqueira. Transpostas às cristas, o relevo assume uma ondulação mais suave nesse setor de borda interplanáltica que confere às suas terras aptidão ao pastoreio e outras práticas agrícolas; entretanto, configuram zonas emissoras de fluxos de matéria e energia que encerram as principais nascentes do rio Paraibuna, figurando assim como área estratégica, por que não prioritária, para a manutenção dos processos geocológicos próximos dos originais.

O quadro 1 sintetiza as principais características de cada uma das zonas propostas e sugere algumas recomendações gerais pertinentes a cada unidade discernida.

Quadro 1. Aspectos gerais das zonas propostas para a bacia do rio Paraibuna.

ZONA	ASPECTOS FÍSICOS	USO COBERTURA	E CONFLITOS	RECOMENDAÇÕES GERAIS
Urbana Consolidada	Planícies e terraços, rampas e morros	Estruturas construídas e pavimentação intensiva com vazios em áreas <i>non aedificandi</i>	Ocupação de áreas de preservação permanente	Medidas estruturais e não estruturais para a contenção de enchentes e movimentos de massa; arborização urbana, sobretudo das grandes vias com canteiros
Expansão Urbana	Morros e pequenas colinas	Pastagem e fragmentos florestais secundários	Ocupação de áreas de preservação permanente	Coexistência entre o parcelamento da terra e os fragmentos florestais, com restauração das áreas de preservação permanente.
Uso Agropecuário Intensivo	Morros e pequenas colinas	Pastagem, fragmentos florestais e silvicultura de <i>Eucalyptus</i>	Ocupação de áreas de preservação permanente	Manutenção e restauração das áreas de preservação permanente, com bacias de contenção para dessedentação do gado; plantio em curvas de nível.
Uso Agropecuário Controlado	Morros e baixas cristas	Pastagem, fragmentos florestais e silvicultura de <i>Eucalyptus</i>	Ocupação de áreas de preservação permanente	Manutenção e restauração das áreas de preservação permanente, com bacias de contenção para dessedentação do gado; implantação de aceiros para prevenção de incêndios; criação de conectividades entre os fragmentos florestais.
Conservação	Cristas e morros altimontanos	Fragmentos florestais e pastagem	Ocupação restrita de áreas de preservação permanente	Manutenção e restauração das áreas de preservação permanente, sobretudo na zona de mananciais; controle de incêndios e medidas de coibição do desflorestamento.
Uso Especial	Morros e colinas	Fragmentos florestais e áreas de uso específico	Não há.	Manutenção dos valores históricos, científicos e recreativos; fomento e criação de projetos que amplifiquem o público atingido.

A observância do quadro supraexposto revela que as diferentes formas de ocupação se espraiam por morfologias similares, fundamentalmente em morros e geoformas convexas correlatas, que ocupam a maior parte da área da bacia; foge a tal tipicidade a Zona Urbana por seu apego histórico às morfologias agradacionais do rio Paraibuna. As zonas diferenciam-se, portanto, fundamentalmente por sua estrutura e posição na bacia hidrográfica, tendo este último quesito dado fortemente o nexo da Zona de Conservação, alocadas nos principais divisores de água que constituem as áreas emissoras de maior nível hierárquico no contexto dos fluxos de massa e energia vigentes na bacia.

Exceção feita à Zona de Uso Especial, todas as outras unidades de zoneamento comungam de uma relação conflituosa dada pela ocupação de áreas de preservação permanente, o que define, legalistamente, formas de uso incompatíveis com a legislação ambiental. A manutenção destes espaços protegidos por lei tem se colocado como verdadeiros desafios ao planejamento e gestão ambiental no sentido de garantir, através da fiscalização, que tais áreas não sejam alvo de uso e ocupação sem o devido licenciamento. No âmbito específico da bacia do rio Paraibuna, a presença e reimplantação dos espaços protegidos pelo Código Florestal além da área urbana permitiria o restabelecimento de conectividades, e, por conseguinte, uma recomposição da paisagem, redesenhada em sua relação matriz/fragmentos e em seus aspectos funcionais.

Considerações finais

Além das coberturas e mapeamentos regionais dos geossistemas segundo seus aspectos estruturais, é necessário avançar a abordagem para mergulhos que objetivem estudos de cunho funcional e dinâmico. Propostas de zoneamento ambiental estabelecidas a partir da interpretação e mapeamento dos geossistemas, para adiante do enfoque estrutural, aventam lógicas de caráter funcional no discernimento das zonas, unidades definidas segundo sua estrutura e funções geocológicas, que, por sua vez, permitem a diferenciação de áreas segundo as potencialidades e restrições ambientais e de uso.

As tipologias, integridades geossistêmicas pertencentes à fileira dos geômeros, se revelaram como arranjos adequados para a interpretação dos aspectos estruturais e funcionais da paisagem. O planejamento da paisagem demanda, portanto, o conhecimento acerca dos diferentes tipos existentes, das diferenciações entre eles, de sua distribuição e de suas interpenetrações sistemicamente estabelecidas. No concernente ao arranjo concreto das tipologias na escala trabalhada enquanto unidades espaciais, os grupos de

fácies se fizeram bastante adequados para a representação cartográfica dos geossistemas.

Quanto ao zoneamento proposto pela lógica do estudo integrado da paisagem, as zonas se apresentam resolutas e de fácil identificação, configuração esta fundamental para sua aplicação em programas de planejamento e gestão da bacia. É necessário que, por trás da complexa tarefa de interpretação, definição e delimitação das unidades de zoneamento, o resultado final seja de fácil compreensão por parte dos agentes gestores, que em muitos casos figuram como atores políticos sem vieses técnico-científicos. Nesse sentido, a proposta aqui apresentada aponta de forma clara as áreas diferenciadas segundo suas funções atuais, suas aptidões e restrições, e a aplicação de seus preceitos implicaria em reorganizações nos fluxos de matéria e energia vigentes com reverberações positivas na qualidade ambiental da bacia do rio Paraibuna e, por conseguinte, na qualidade de vida das pessoas que nela habitam ou com ela se relacionam.

Referências

- ABALAKOV, A. D.; SEDYKH, S. A. Regional-typological study and mapping of geosystems: analysis of the implementation. **Geography and Natural Resources**, v. 31, p. 317-323, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.gnr.2010.11.016>
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. São Paulo, n. 13, 1971.
- BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and river management: applications of the River Styles framework**. Blackwell Publishing, 2005. 398p.
- CAVALCANTI, L. C. S. **Da descrição de áreas à Teoria dos Geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236p.
- GATTO, L. C. S.; RAMOS, V. L. S.; NUNES, B. T. A.; MAMEDE, L.; GÓES, M. H. B.; MAURO, C. A.; ALVARENGA, S. M.; FRANCO, E. M. S.; QUIRICO, A. F.; NEVES, L. B. Geomorfologia. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SF-23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

- KUZMENKO, E. I. Cartographic approach in studying the structure and dynamics of geosystems as exemplified by the middle Ob region. **Geography and Natural Resources**, v. 32, n. 2, p. 184-189, 2011. <https://doi.org/10.1134/S1875372811020144>
- KUZNETSOVA, T. I.; BYCHKOV, I. V.; BATUEV, A. R.; PLYUSNIN, V. M.; RUZHNIKOV, G. M.; KHMEL'NOV, A. E. Structural-typological characteristics and ecological potential of the Baikal region's geosystems. **Geography and Natural Resources**, v. 32, n. 4, p. 315-322, 2011. <https://doi.org/10.1134/S1875372811040032>
- LIMA, R. N. S.; MARÇAL, M. S. Avaliação da condição geomorfológica da bacia do rio Macaé – RJ a partir da metodologia de classificação de estilos fluviais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 2, p. 171-179, 2013.
- LYSANOVA, G. I.; SEMENOV, Y. M.; SOROKOVOI, A. A. Geosystems of the Upper Yenisei Basin. **Geography and Natural Resources**, v. 32, n. 4, p. 92-99, 2011. <https://doi.org/10.1134/S1875372811040093>
- PLYUSNIN, V. M.; DROZDOVA, O. V.; KITOV, A. D.; NOVALENKO, S. N. The dynamics of mountains geosystems in southern Siberia. **Geography and Natural Resources**, v. 29, p. 103-109, 008.
- PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M.; PRANDINI, F. L. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Vol. 1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 1981. 94p.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 3º ed. Fortaleza: edições UFC, 2010. 222p.
- ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 6, p. 17-29, 1992.
- SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO – SNUC**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000. 32p.
- SOARES, A. C. P.; NOCE, C. M.; TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M. **Projeto Sul de Minas**. COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ. Folha Juiz de Fora, 2003.
- SOCHAVA, V. B. Geography and ecology. **Soviet Geography: review and translation**. New York, v. 12, n. 5, p. 277-293, 1971.
- _____. O Estudo dos Geossistemas. **Métodos em Questão**, n. 16, 1977. 49p.
- _____. Por uma Teoria de Classificação dos Geossistemas da Vida Terrestre. **Biogeografia**, n. 14, 1978. 23p.
- _____. **Introducción a la teoría sobre los geosistemas**. Novosibirsk: Nauka, filial de Sibéria, 1978. 318p. (em russo).

SUVOROV, E. G.; SEMENOV, Y. M.; NOVITSKAYA, N. I. The landscape-assessment map for the Asian part of Russia: the principles and methodological aspects of charting. **Geography and Natural Resources**, v. 30, p. 313-317, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.gnr.2009.11.002>

SUVOROV, E. G.; KITOV, A. D. Landscape Structure of the Southeastern Part of Eastern Sayan. **Geography and Natural Resources**, v. 34, n. 4, p. 371-378, 2013. <https://doi.org/10.1134/S1875372813040112>

Data de submissão: 16/01/2017. Data de aceite: 07/07/2017.