

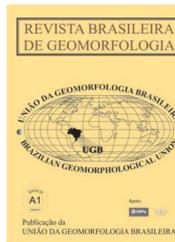


www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 17, nº 4 (2016)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i4.907>



GEOMORFOLOGIA E GEOSISTEMAS: INFLUÊNCIAS DO RELEVO NA DEFINIÇÃO DE UNIDADES DE PAISAGEM NO MACIÇO ALCALINO DO ITATIAIA (MG/RJ)

GEOMORPHOLOGY AND GEOSYSTEMS: RELIEF INFLUENCES ON LANDSCAPE UNITIES DEFINITION IN THE ALKALINE MASSIF OF ITATIAIA (MG/RJ)

Roberto Marques Neto

Departamento de Geociências, Universidade Federal de Juiz de Fora
Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Juiz de Fora, Minas Gerais. CEP-36036-900. Brasil
Email: roberto.marques@ufff.edu.br

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
15/11/2015
Aceito (Accepted):
27/09/2016

Palavras-chave:

Geossistemas; Maciço Alcalino do Itatiaia; Grupos de Fácies.

Keywords:

Geosystems; Alkaline Massif of Itatiaia; groups of facies.

Resumo:

A concepção geossistêmica foi engendrada no corpo teórico e metodológico da Geografia Física a partir do canal de comunicação eslavo, e os desdobramentos para as regionalizações físico-geográficas e estudos de detalhe focados em aspectos dinâmicos foram seminais. A partir deste aporte teórico-metodológico, o presente artigo discute relações entre o sistema geomorfológico e os geossistemas no maciço alcalino do Itatiaia (SP/MG/RJ), enfatizando a influência do relevo na interpretação, classificação e mapeamento. Foram interpretadas integridades espaciais a partir dos níveis topológicos, sendo adotados os *grupos de fácies* como unidade de mapeamento na escala de 1/50.000, agrupando-se em duas classes de fácies que tipificam o topogeócoro dado pelo maciço alcalino.

A gênese tectônica do relevo, pautada em intrusão sienítica cretáceo-paleocena e nos pulsos tectônicos posteriores definiram um sistema geomorfológico morfometricamente caracterizado por vertentes íngremes e dissecação profunda, com intensa lateralidade em seus fluxos de matéria e energia. Sua compreensão demanda a articulação entre os aspectos evolutivos fundamentais que influenciaram a gênese deste indivíduo geográfico e o enfoque dinâmico compatível com as escalas de semidetalhe.

Abstract:

The geosystemic conception was engendered on the theoretical and methodological body of Physical Geography from the Slavic communication channel and the deployment to the physical-geographic regionalization and detail studies aimed in dynamic aspects were seminal. From this theoretical-methodological contribution the present article discusses relationships between the geomorphological system and the geosystems in the alkaline massif of Itatiaia (SP/MG/RJ) emphasizing the influence of the relief in the interpretation, classification and mapping. Spatial integrities were interpreted from the topological levels adopting the *groups of facies* as unity of mapping in the scale of 1/50.000 grouping

in two classes of facies that typify the topogeocore that takes place because of the alkaline massif. The tectonic genesis of the relief guided by Cretaceous-Paleocene syenitic intrusion and on the posterior tectonic pulses have defined a geomorphological system morphometrically characterized by steep slope and deep dissection with intense laterality in its matter and energy fluxes. Their understanding requires the joint between the fundamental evolutionary aspects that influenced the genesis of this geographic individual and the dynamic focus compatible with the scales of semi-detail.

Introdução

Algumas problemáticas metodológicas emergem dos estudos focados na interpretação, classificação e mapeamento de geossistemas. Uma delas se refere ao reconhecimento de integridades espaciais em consonância à escala trabalhada, que deve ser escolhida com base nas próprias características da área de estudo, no grau de detalhamento que se almeja e nos objetivos assumidos pela pesquisa em apreço. Além disso, questões de ordem operacional, como o estabelecimento de limites entre diferentes geossistemas e organização da legenda também devem ser objeto de permanente reflexão. Em algumas situações, os limites são abruptos e bem marcados; em outras, a passagem de uma unidade geossistêmica para outra é difusa e interdigitada, formando-se faixas de tensão cuja estreiteza nem sempre permite uma representação cartográfica adequada e proficiente, mesmo que sua integridade tenha sido reconhecida em campo. A definição do conteúdo da legenda, por seu turno, guarda vínculo com o próprio procedimento de classificação, que tem desdobramentos centrais do raciocínio empreendido, na forma de organização das informações e na proposição de uma nomenclatura para os geossistemas.

No que concerne ao estudo dos geossistemas, algumas premissas têm sido assumidas, entre as quais aquela que reconhece o relevo como atributo fundamental do meio físico no procedimento cognitivo de interpretação e classificação (MARQUES NETO, 2012; MARQUES NETO *et al.* 2014), enfaticamente em regiões caracterizadas por topografia acidentada. Têm-se o exemplo dos compartimentos geomorfológicos de gênese tectônica do domínio tropical atlântico, como a Serra do Mar, a Serra da Mantiqueira, ou mesmo setores do Vale do Paraíba caracterizados pela presença de cristas e morros alinhados herdados de forte controle estrutural.

Procurando desvelar o papel do relevo na interpretação, classificação e mapeamento dos geossistemas, na definição de seus limites e faixas de contato, o presente artigo se propõe a discutir relações entre a geomorfo-

logia e a abordagem geossistêmica. A discussão se dá a partir de aplicações em um compartimento geomorfológico específico da Serra da Mantiqueira contido na tríplice divisa entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, articulando os pressupostos teóricos e metodológicos preconizados por Sochava (1971, 1977, 1978, 1978a) e por Isachenko (1973). A área em questão se refere ao maciço alcalino do Itatiaia, que faz parte do homônimo Planalto do Itatiaia (*sensu* RADAMBRASIL, 1983), pertencente à região geomorfológica da Mantiqueira Meridional. Fortemente representativa dos domínios de relevos tectônicos recorrentemente remobilizados do Brasil Sudeste, empreendeu-se uma interpretação de orientação genético-estrutural para esta área a partir de um sistema bilateral de classificação (SOCHAVA, 1978, 1978a), acatando os princípios da zonalidade e azonalidade (ISACHENKO, 1973) na definição dos geossistemas regionais.

Concepção teórica e procedimentos metodológicos

A teoria geossistêmica foi propugnada por V. Sochava nos primeiros anos da década de 1960, e seus pressupostos teóricos e metodológicos foram divulgados em uma série de publicações (SOCHAVA, 1971, 1977, 1978, 1978a; SOCHAVA *et al.* 1975), pressupostos estes encarnados e aprofundados em estudos levados a efeito por vasta gama de geógrafos russo-soviéticos e do leste europeu (SAUSHKIN e SMIRNOV, 1968; YEFREMOV, 1969; PLAKHOTNIK, 1973; ISACHENKO, 1973; DEMEK, 1978; PREOBRAZHENSKIY, 1983; HAASE, 1989; KHOROSHEV e ALESHENKO, 2008; GANZEI, 2008; STYNKO e SEMENOV, 2008; ABALAKOV e SEDYKH, 2010; KUZMENKO, 2011; KUZNETSOVA *et al.* 2011; LYSANOVA *et al.* 2011; LAVRINENKO, 2012; SUVOROV e KITOV, 2013; MAKUNINA, 2014).

No Brasil, as primeiras abordagens declaradamente apoiadas no pensamento eslavo foram apresentadas pelo geógrafo Helmut Troppmair em sua proposta de mapeamento dos geossistemas do estado de São Paulo

(TROPMAIR, 1983), ainda que tal concepção trouxesse no seu bojo alguns descompassos interpretativos, dados fundamentalmente pela abstração do geossistema a partir unicamente de grandes áreas, o que contraria a existência de integridades espaciais de pequenas dimensões (fácies físico-geográficas). Trabalhos mais recentes têm concebido os geossistemas em todos os níveis escalares (MARQUES NETO 2012; CAVALCANTI, 2013; OLIVEIRA, 2013), em consonância ao que propôs o seu formulador soviético, diferentemente da concepção inicial de Bertrand (1971), que considerava o geossistema não como um conceito, mas como uma categoria com dimensões pré-determinadas posicionada no topo das unidades espaciais inferiores e na base das unidades superiores.

O geossistema, portanto, se manifesta da área homogênea elementar a todo o sistema Terra, compondo as grandezas topológicas, regionais e planetárias. Cada um destes macroníveis escalares comporta uma série de táxons passíveis de congregar unidades espaciais integrais concretas que regem o procedimento de classificação dos geossistemas. Tais unidades obedecem a um princípio bilateral de organização da informação que discerne integridades espaciais homogêneas (geômeros) e heterogêneas (geócoros). As primeiras compõem as tipologias, enquanto a segunda os próprios indivíduos geográficos, conforme orientado pelo autor (SOCHAVA, 1978), e tem como resultado cartográfico os chamados mapas *regionais-tipológicos*, que contém tanto os geômeros como os géócoros no seu plano de informação. A multiescalaridade e o princípio bilateral de classificação figuram, portanto, como propriedades fundamentais do geossistema, concebido como um sistema natural que estabelece conexões com a esfera socioeconômica, em endossamento ao que fora apontado por Christofletti (1999).

A individualidade inerente ao maciço alcalino do Itatiaia nos degraus superiores da Serra da Mantiqueira e sua grandeza sub-regional foram condições que sugeriram a interpretação dos geossistemas existentes a partir dos níveis topológicos, adotando-se os *grupos de fácies* como unidades integrais de interpretação. Tais unidades foram mapeadas na escala de 1/50.000, posto haver afinidade entre o grau de generalização admitido para este nível hierárquico e a representação cartográfica em semidetalhe. Pelo princípio da hierarquização, os grupos de fácies foram reunidos em *classes de fácies*, integridades espaciais superiores aos grupos, posiciona-

das no topo dos níveis topológicos pertencente à fileira dos geômeros. O procedimento interpretativo partiu da premissa que na região em questão, de gênese tectônica e forte controle estrutural na compartimentação geomorfológica atual, o relevo é o principal definidor de unidades de paisagem, posto que controla fortemente os fluxos de matéria e energia, a sucessão altitudinal da vegetação, as transformações pedológicas ao longo das topossequências, além dos aspectos climáticos que se modificam com a elevação altimétrica. Ainda, se impõe desafiadoramente à ocupação humana, restringindo sobremaneira a instalação de grandes empreendimentos e as formas mais intensivas de uso da terra.

Primeiramente foram geradas as informações elementares que posteriormente foram objetos de correlação. A compartimentação do relevo pela altitude foi providencial em função da configuração geomorfológica da área, dada por um maciço montanhoso alcalino vinculado à intrusão batolítica que conforma, a partir de seu somital, diferentes patamares de vertente. Dessa forma, a partir das rupturas de declive marcadas nas folhas topográficas (Agulhas Negras – SF-23-Z-A-I-4 e Passa Quatro - SF-23-Z-A-I-3, escala de 1/50.000) e com o auxílio de imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) em relevo sombreado imageado em quatro ângulos azimutais de iluminação (45°, 90°, 315° e 360°), foram discernidas diferentes unidades topomorfológicas (patamares de cimeira, escarpas dissecadas, degraus reafeiçoados, etc.), segundo os mesmos princípios interpretativos apresentados por Cunha e Mendes (2005).

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal se deu em software ArcGis 9.3 pelo método da Máxima Verossimilhança, complementado pela extensão *Bing Maps*, pela qual trechos de dúvida foram poligonizados manualmente a fim de suprir algumas generalizações e mesclas de classes em coberturas de resposta espectral muito semelhante. As formações florestais foram classificadas segundo a proposta do IBGE (1992), e as formações campestres foram generalizadas em campos altimontanos em função da escala trabalhada não permitir uma dissociação proficiente das diferentes fisionomias em campos limpos, arbustivos e rupestres que ocorrem na área, ainda que tenha sido segura a distinção dos campos higrófilos em depressões turfosas por conta da relação direta entre estas fitofisionomias e os compartimentos depressionários de cimeira.

A base geológica foi estimada a partir dos ma-

peamentos empreendidos pelo Projeto Sul de Minas (TROUW *et al.* 2003), ainda que a área, como um todo, seja delimitada pela própria geologia, bastando considerar a ocorrência das intrusões alcalinas.

Falta para a região um mapeamento pedológico compatível com a escala trabalhada, havendo apenas as unidades de mapeamento generalizadas que foram estabelecidas a partir de projeto conjunto entre universidades do estado de Minas Gerais (UFV/UFLA, 2010). A ocorrência extensiva de solos rasos, bastante perceptível em campo e na própria disposição das isolinhas nas bases planialtimétricas, permitiu que fossem realizadas dissociações a partir das unidades generalizadas, e o sensoriamento remoto auxiliou na identificação das consideráveis extensões de rocha aflorante nas superfícies de cimeira. Ainda, nas campanhas de campo, entre outras investidas, foi estabelecido um transecto disposto da base ao topo do maciço pelo qual foram coletadas amostras de coberturas pedológicas para fins de análise química e granulométrica levadas a efeito no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Lavras, com georreferenciamento dos pontos para identificação dos mesmos nas bases de mapeamento. A atenção para as relações com o ambiente também permitiu a identificação de Organossolos em função de sua denunciada ocorrência em depressões turfosas, sendo assim um componente da estrutura superficial da paisagem de fácil discernimento.

A partir da compartimentação geomorfológica proposta em correlação aos demais atributos da paisagem, interpretou-se como se dá a sucessão altitudinal dos solos e das fitofisionomias ao longo do maciço, e como os fatores zonais e azonais se interpenetram na conformação dos geossistemas existentes, definindo-se assim um conjunto de unidades com predomínio de elementos zonais e outro no qual os elementos azonais são os dominantes. Foi definido então um padrão para a legenda das tipologias na seguinte sequência: relevo – cobertura vegetal – cobertura pedológica – influência antrópica. Como toda a área se encontra em litotipos semelhantes, a litologia não partilhou do conteúdo da legenda dos grupos de fácies, ainda que as ocorrências de afloramentos e colúvios tenham sido genericamente incorporadas, posto que as rochas aflorantes conformam importantes biótopos rupestres que definem notórias integridades, e, não menos, os colúvios tem significância morfológica e ajudam na interpretação dos fluxos de matéria e energia vigentes.

A interpretação acerca de processos morfodinâmicos operantes na interface entre as formas de relevo e as coberturas superficiais também se orientou pelos níveis topomorfológicos e pelos geossistemas altimontanos e de encosta que se definem a partir dessa expressão geomórfica bem marcada. A partir do reconhecimento dessa lateralidade, foi proposto um modelo de comportamento geoquímico ao longo dos geossistemas com base nas elucidações de Mirlean *et al.* (2006), que distingue as *paisagens autônomas* (eluviais), que recebem matéria e energia diretamente da atmosfera, por sua vez armazenada e emitida para as *paisagens subordinadas*, transmissoras e receptoras de matéria e energia (transeluviais, traseluviais-acumulativas, transacumulativas, acumulativas, subaquáticas). No plano cartográfico, um mapa de comportamento geoquímico para o maciço alcalino do Itatiaia foi gerado a partir da interpretação das bases planialtimétricas em conjunto ao mapa topomorfológico, mais os trabalhos de campo e resultados laboratoriais acerca de parâmetros físico-químicos das coberturas superficiais, relacionando-se a química das coberturas de alteração com os compartimentos geomorfológicos e a dinâmica dos fluxos operantes. Foi ainda elaborado um perfil topográfico representativo de tal comportamento para fins de melhor visualização da cascata de matéria e energia vigente.

O maciço alcalino do Itatiaia enquanto indivíduo geográfico

Os indivíduos geográficos são categorias geossistêmicas pertencentes à fileira dos geócoros. São áreas únicas, que podem conter tipos de paisagem, vulgares ou de exceção, as quais também podem ocorrer em outros indivíduos, mediante arranjos estruturais e dinâmicos distintos. Nesse sentido, o maciço alcalino do Itatiaia figura como individualidade geográfica contida em uma individualidade de expressão regional que é a própria Serra da Mantiqueira, sendo o corpo intrusivo geneticamente cronocorrelato ao contexto da formação destes compartimentos montanhosos do Brasil Sudeste, embora engendrado por processos geodinâmicos particulares.

A gênese tectônica da Serra da Mantiqueira a partir da reativação de falhas pré-cambrianas dadas pelos esforços diastróficos inerentes ao rifteamento da placa Afro-brasileira, fusão continental e abertura do Atlântico Sul, tem sido discutida por diversos autores (ALMEIDA, 1967; RICCOMINI, 1989; SAADI,

1991; SANTOS, 1999; ZALAN e OLIVEIRA, 2005; HIRUMA, 2007). Os esforços epirogenéticos de soerguimento que forjaram os *horsts* das serras do Mar e da Mantiqueira foram acompanhados de tectônica tafrogênica (responsável pela geração da fossa tectônica do vale do rio Paraíba do Sul), do extensivo magmatismo basáltico-toleítico correspondente à Formação Serra Geral e de intrusões alcalinas pontuais de idade cretáceo-paleocena, entre as quais pertence o maciço alcalino do Itatiaia, vultuoso corpo plutônico predominantemente balizado em nefelina-sienitos datados entre o Campaniano e o Maastrichtiano.

No âmbito da geomorfologia, o maciço montanhoso alcalino foi objeto de considerações mais específicas (DE MARTONNE, 1943; RAYNALL, 1960, LEHMANN, 1960; CLAPPERTON, 1993; MODENESI, 1992; MODENESI & TOLEDO, 1993 e 1996; MODENESI-GAUTTIERI & NUNES, 1998; MODENESI *et al.* 2011; SANTOS, 1999; LIMA &

MELO, 2013; MARQUES NETO *et al.* 2015). Ladeado ao maciço alcalino de Passa Quatro, do qual se separa pela passagem de uma brecha tectônica de direção SE-NW, conforma com este os compartimentos mais elevados de todo setor oriental da Plataforma Brasileira, sobressaindo-se altimetricamente além das demais cimeiras balizadas por litologias gnáissico-graníticas, com as quais o corpo alcalino de aproximadamente 220 km² estabelece contato (figura 1). Em seus somitais aguçados a aplainados definem-se superfícies de cimeira com patamares rochosos, vales altimontanos e depressões turfosas com Organossolos, compartimento a partir do qual se dispersa uma drenagem em padrão radial em forte controle estrutural. Rupturas de declive marcam a passagem para as grandes escarpas, ora preservadas e contínuas, ora reafeiçoadas formando degraus em um escalonamento em parte atenuado pelos consideráveis pacotes colúviais que começam a se acumular nas áreas mais baixas, em permanente retrabalhamento de materiais no domínio das vertentes e canais.

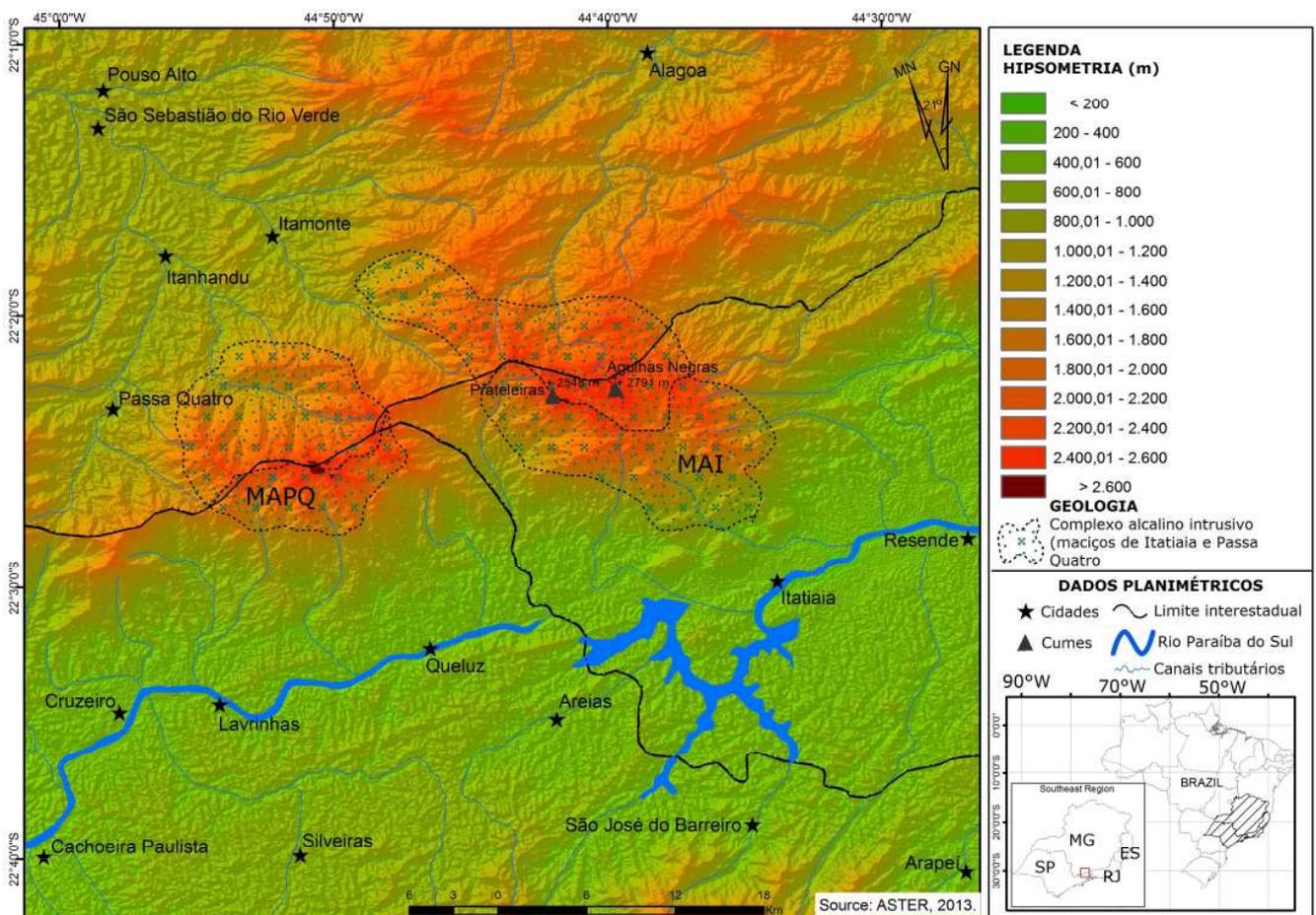


Figura 1 - Localização dos maciços alcalinos de Itatiaia (MAI) e Passa Quatro (MAPQ). Modificado de MARQUES NETO *et al.* (2015).

Os campos altimontanos que medram nos patamares de cimeira do maciço alcalino são únicos e típicos desta litologia, encerrando número considerável de endemismos na flora e na fauna. Agrupamentos fitofisionômicos rupestres, hidrófitos e arbustivos coroam cinturões florestais dispostos em notável sucessão altitudinal, e que estabelecem contato com os campos altimontanos em complexas faixas de tensão ecológica marcadas em agrupamentos arbóreos baixos e pinheirais de *Araucaria angustifolia*. Na medida em que o adelgaçamento do solo e a menor concentração de nutrientes limitam o crescimento da biomassa, nanoflorestas passam a se interdigitarem a campos arbustivos sobre Neossolo Litólico, firmando-se nas altas superfícies cimeiras os campos limpos e rupestres. Ao longo das vertentes escarpadas e patamares escalonados, florestas ombrófilas sobre Neossolos, Cambissolos e Argissolos estabelecem continuidade, sobretudo nas áreas protegidas do Parque Nacional do Itatiaia.

Embora a região na qual o maciço montanhoso alcalino se encontra seja submetida ao clima tropical de altitude (Cwb segundo a classificação de Köppen), nos altos cumes as temperaturas médias decaem ainda mais, as temperaturas negativas e geadas são mais frequentes, a nebulosidade mais constante e os índices pluviométricos são favorecidos pela subida das massas de ar por gradiente adiabático de expansão. Frentes frias mais atrozias podem desencadear fenômenos de gelivação nos tempos hodiernos, e mesmo algumas raras precipitações nivais são por lá registradas, em pleno cinturão quente e úmido. Modenesi-Gauttieri e Nunes (1998) informam que a precipitação anual quase sempre ultrapassa 2000 mm, e a temperatura média de fevereiro e julho, que são os meses mais quentes e mais frios, é de 13,7 e 8,4 °C, respectivamente, revelando uma baixa amplitude térmica anual, ainda que as diárias sejam significativas.

Singularidades geomorfológicas, vegetacionais e climáticas individualizam o maciço alcalino do Itatiaia como área de portentosa bio e geodiversidade que em parte abriga a primeira unidade de conservação criada em território brasileiro (1937), adequada pelo SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) na modalidade de proteção integral (Parque Nacional). Diante disso, a ocupação humana se restringe às bordas e setores periféricos do maciço que não pertencem ao Parque Nacional do Itatiaia, e o uso da terra se volta para a pastagem. Adstritas às áreas protegidas ficam as sucessões florestais e as fisionomias de campos altimontanos,

sendo a ocupação rarefeita e restrita a poucas edificações de aporte à visitação e administração do parque.

Resultados obtidos: aspectos evolutivos e dinâmicos dos geossistemas no maciço alcalino do Itatiaia

Os corpos batolíticos de Itatiaia e Passa Quatro conformam um conjunto de maciços montanhosos alcalinos que figuram como compartimento morfoestrutural subordinado a um compartimento de abrangência regional designado *patamares de cimeira da Mantiqueira* (MARQUES NETO, 2012), definido pelas cristas mais elevadas e contínuas que se erguem na porção oriental do domínio das faixas remobilizadas, e que correspondem ao degrau superior de Saad (1991). Os patamares de cimeira correspondem também ao *Geossistema da Alta Mantiqueira* (MARQUES NETO, 2012), que se materializa ao longo das altas cristas de orientação geral NE-SW. Este macrogeócoro é definido pelo agrupamento de uma série de classes de fácies, algumas delas engendradas por influência dos nefelina-sienitos e da configuração geomórfica que se estruturou nestas litologias que intrudiram tardiamente a crosta pré-cambriana.

O maciço alcalino do Itatiaia foi interpretado, em sua grandeza escalar sub-regional, como um *topogeócoro*, indivíduo geográfico que comporta duas classes de fácies entre as várias que ocorrem no Geossistema da Alta Mantiqueira, quais sejam: *Patamares de cimeira em rochas sieníticas com campos altimontanos* e *Escarpas e patamares florestados sobre rochas sieníticas e colúvios*. Ainda que as formações latifoliadas e mistas ocorram em fitofisionomias similares ao longo das cristas e morros emoldurados em litologias gnáissico-graníticas, no maciço alcalino do Itatiaia se verificam as mais interessantes e bem definidas sucessões altitudinais. Os campos altimontanos, por outro lado, formam paisagens únicas muito similares aos páramos de clima temperado, e definem importantes áreas de endemismo, com muitos casos de microendemismo, tanto para a flora como para a fauna, diferindo-se do ponto de vista estrutural, fisionômico e florístico dos campos que medram em litologias granitoides e quartzíticas. Define-se, portanto, uma classe de fácies dada pelos setores altimontanos revestidos por campos sobre solos rasos e afloramentos, e outra reconhecida nas vertentes íngremes escarpadas densamente florestadas.

As rupturas de declive que separam os somitais das encostas florestadas definem a compartimentação mais

elementar do relevo na área de influência das rochas alcalinas, organizada em duas unidades topomorfológicas fundamentais designadas *patamares de cimeira* e *patamares escalonados* (figura 2), unidades estas que estabelecem a conexão entre as duas classes de fácies, composta por um arranjo de mesogeócoros/grupos de fácies cuja diferenciação elementar depende também de outros fatores, como a distribuição dos solos, da vegetação e a definição de compartimentos do relevo em níveis taxonômicos de escala maior. De qualquer

modo, observa-se uma correlação digna de nota entre os compartimentos de relevo e as unidades geossistêmicas (grupos de fácies/mesogeócoros), revelando a forte influência dos condicionantes geomorfológicos na composição dos arranjos fisionômicos e nos fluxos de matéria e energia que se processam no domínio das vertentes, canais fluviais e em subsuperfície. A comparação do mapa representativo das unidades topomorfológicas com o de geossistemas (figura 3) deixa patente o afirmado.

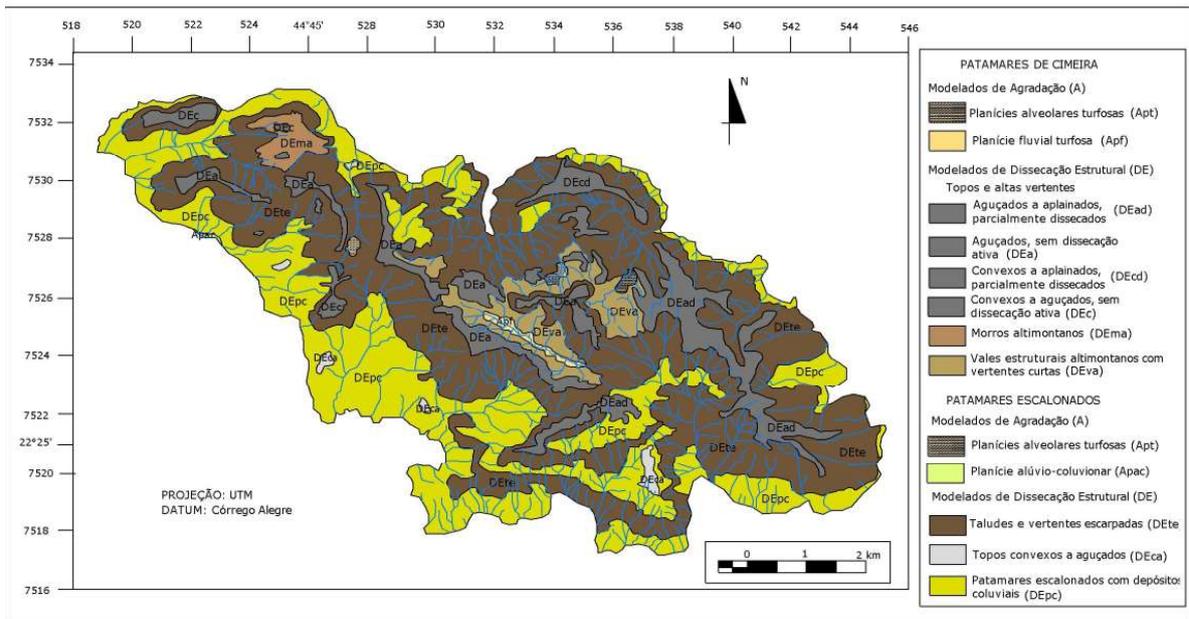


Figura 2 - Unidades topomorfológicas no maciço alcalino do Itatiaia.

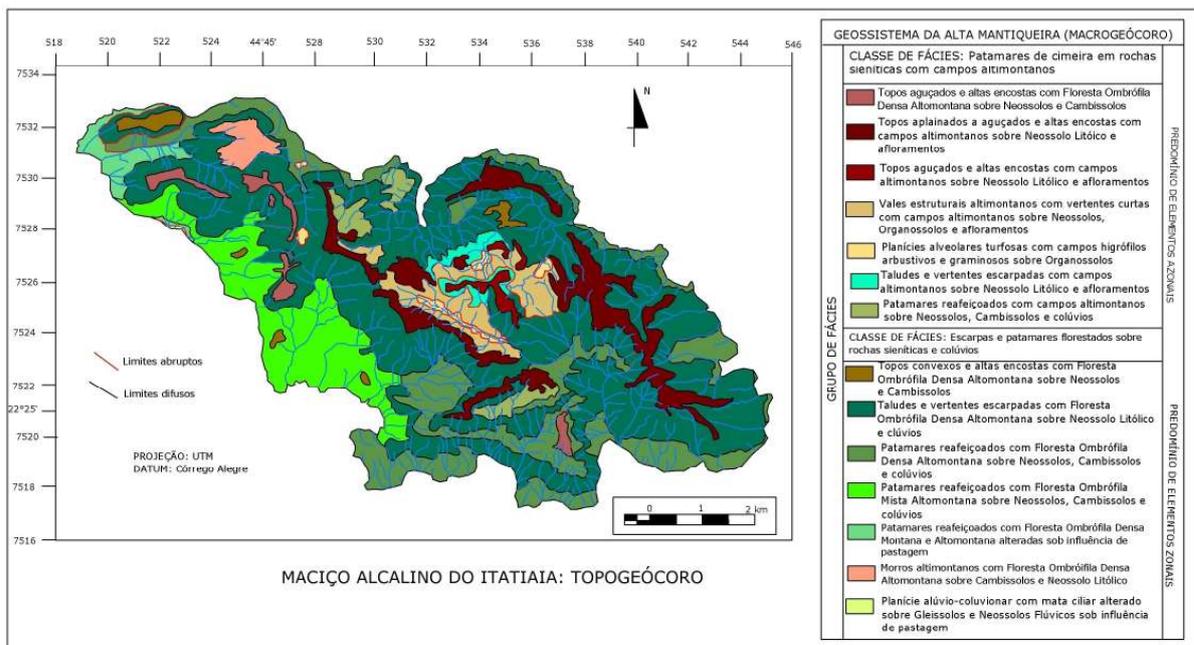


Figura 3 - Geossistemas no maciço alcalino do Itatiaia.

A classe de fácies altimontana, designada *Patamares de cimeira em rochas sieníticas com campos altimontanos*, comporta os grupos de fácies com predomínio de elementos azonais. Os solos são rasos, ricos em minerais primários remanescentes, e os afloramentos rochosos são conspícuos e extensivos, intercalando-se a Neossolo Litólico e Cambissolos de textura arenosa a média e bolsões de Organossolos que ocorrem em depressões turfosas de cimeira (figura 4 A), onde as temperaturas médias são mais baixas mesmo em comparação àquelas vigentes no clima tropical de altitude dos setores intermontanos, o que possibilita uma maior preservação da matéria orgânica, gerando ambientes redutores com pH quase sempre abaixo de 5,0.

Perfis de Organossolos averiguados em bordas de turfeiras, onde os horizontes podem ser mais abrangentemente visualizados, revelam um horizonte A húmico, porém mais rico em elementos minerais em comparação ao nível subjacente com o qual estabelece contato relativamente abrupto, que, por sua vez, é mais rico em matéria orgânica e mais pobre em K, P e Ca, com taxas similares de Mg e Al. Em correlação à recorrência destas feições deposicionais na Serra da Mantiqueira, é plausível que modificações hidrológicas foram engendradas em resposta a efeitos diastróficos neotectônicos que desnivelaram tais horizontes orgânicos do nível de base local, impondo assim uma drenagem mais eficiente e acarretando uma distinção bem marcada entre os horizontes ao longo do perfil.

Pelos patamares de cimeira, sobre as bancadas rochosas e delgadas coberturas superficiais alteradas, distribuem-se matacões de dimensões ciclópicas de significado veemente na composição da paisagem. Tais materiais são liberados da estrutura intrusiva a partir de falhas e planos de juntas, processo este favorecido pelos ciclos de expansão e contração catalisados pelas consideráveis amplitudes térmicas diárias, bem como em função de efeitos epirogenéticos neotectônicos que tem influenciado os processos erosivos e de movimentos de massa operantes na dinâmica das vertentes na Serra da Mantiqueira. Distribuem-se em verdadeiros caos de blocos a partir de vales de primeira ordem em direção às depressões altimontanas, entulhando os vales em grande estilo e legando um aspecto ruíniforme aos topos dos quais os blocos se desprendem. Representam uma estreita convergência de influências estruturais, tectônicas e climáticas que propiciam a exposição, desprendimento e transporte dos referidos materiais.

Os matacões são encontrados, ora expostos em superfície sobre vales suspensos, ora fossilizados pela vegetação. Modenesi (1992) retroprojeta a cronologia

destes depósitos além do Pleistoceno Terminal, possivelmente favorecidos pelos processos de gelivação que teriam amplificado o desprendimento de blocos durante o último estágio glacial. Reconhece ainda que sobre os matacões ocorrem depósitos de seixos achatados e angulosos subjacentes a materiais coluviais formados em duas fases de geração e desnivelados altimetricamente. Os colúvios mais antigos foram atribuídos ao Pleistoceno terminal, com um trato deposicional organizado em espessuras geralmente inferiores a 1 m e desprovidos de estrutura, com aspecto maciço, compacto e conglomerático. Os colúvios de segunda fase, holocênicos, definem um nível mais baixo de rampas e se estendem sobre os depósitos das várzeas turfosas, apresentando aspecto cascalhento e forte contraste de cor entre a matriz escura e os grânulos e seixos esbranquiçados. Segundo a autora, as diferenças existentes entre as características dos dois pacotes coluviais sugerem atuação de diferentes processos na evolução das vertentes provavelmente ligados a variações climáticas operantes durante o Quaternário.

A estrutura superficial da paisagem nos altos cumes do Itatiaia é formada por produtos de alteração descontínuos de natureza ácida, textura areno-siltosa a argilo-siltosa, com baixos teores de bases como cálcio e magnésio, ainda que apresentem maior enriquecimento por potássio herdado da alteração dos nefelina-sienitos. Aporta uma vestimenta vegetal dada por fitofisomias de campos altimontanos, ora rupestres, ora sobre solos rasos, além das composições hidrófitas que medram nas turfeiras e alvéolos alagadiços ocorrentes nos domínios mais elevados.

No quadro fitogeográfico dos patamares de cimeira são comuns espécies arbustivas como *Buddleia speciosissima*, Compositae arbustivas como *Chinolaena isabellae*, *Baccharis platypoda* e *B. uncinella*. Entre as Orchidaceae é comum a *Zygopetalum mackayi*, e destacam-se na família Bromeliaceae *Achmea caesia*, ocorrente em vários contextos do domínio tropical atlântico, e *Fernseea itatiaiae* e *Vriesia itatiaiae*, endêmicas da área de estudo. Mais expressiva ainda na composição da paisagem é a gramínea poácea conhecida como cortadeira-modesta (*Chusquea sp*), que ocorre agrupada em tufos ao longo das diáclases ou sobre bolsões de pedogênese, formando autênticos *chusqueais*. Notoriamente copiosos são também *Cladium ensifolium* (Cyperaceae) e o bambu do gênero *Merostachis*, e, juntamente à gramínea retrocidada, são as espécies mais influentes na composição da paisagem em função da dominância exercida, que lhes confere

significativa participação nos fluxos de matéria, energia e informação vigentes.

O contato entre os domínios azonais com as formações zonais é difuso e interdigitado. A sucessão altitudinal florestal que ocorre na classe de fácies *Encostas e patamares florestados sobre rochas sieníticas e colúvios* (figura 4B) culmina com fisionomias tipicamente nebulares dadas pela ocorrência da Floresta Ombrófila Densa Altomontana, que progressivamente se define em nanoflorestas na medida em que as condições térmicas e de substrato deixam de ser toleráveis para a maior parte dos indivíduos arbóreos tropicais, definindo-se uma faixa irregular de tensão ecológica marcadamente composta por árvores anãs tolerantes às condições térmicas mais inclementes e às geadas frequentes, bem como a um substrato mais raso e de menor capacidade de retenção hídrica. Por vezes,

consociações de *Araucaria angustifolia* conectam estas faixas nanoflorestais aos campos altomontanos.

Os cinturões florestais ocorrentes nas vertentes íngremes do maciço alcalino do Itatiaia impõem acentuado caráter tropical na paisagem, ainda que alguns elementos azonais subsistam, fundamentalmente as coberturas superficiais, que ainda mantêm solos imaturos engendrados pelo relevo, ainda que os teores de argila sejam maiores. As informações pedológicas que passam a serem mais detalhadas nos grupos de fácies endossam tais afirmações, posto que as florestas também ocorrem em solos imaturos, sendo que os sistemas de transformação de organização latossólica e argilúvica, típicos do meio tropical, são muito restritos na área, e aparecem de forma muito localizada em função de rupturas de declive que atenuam a inclinação da encosta ou na forma de colúvios pedogeneizados.

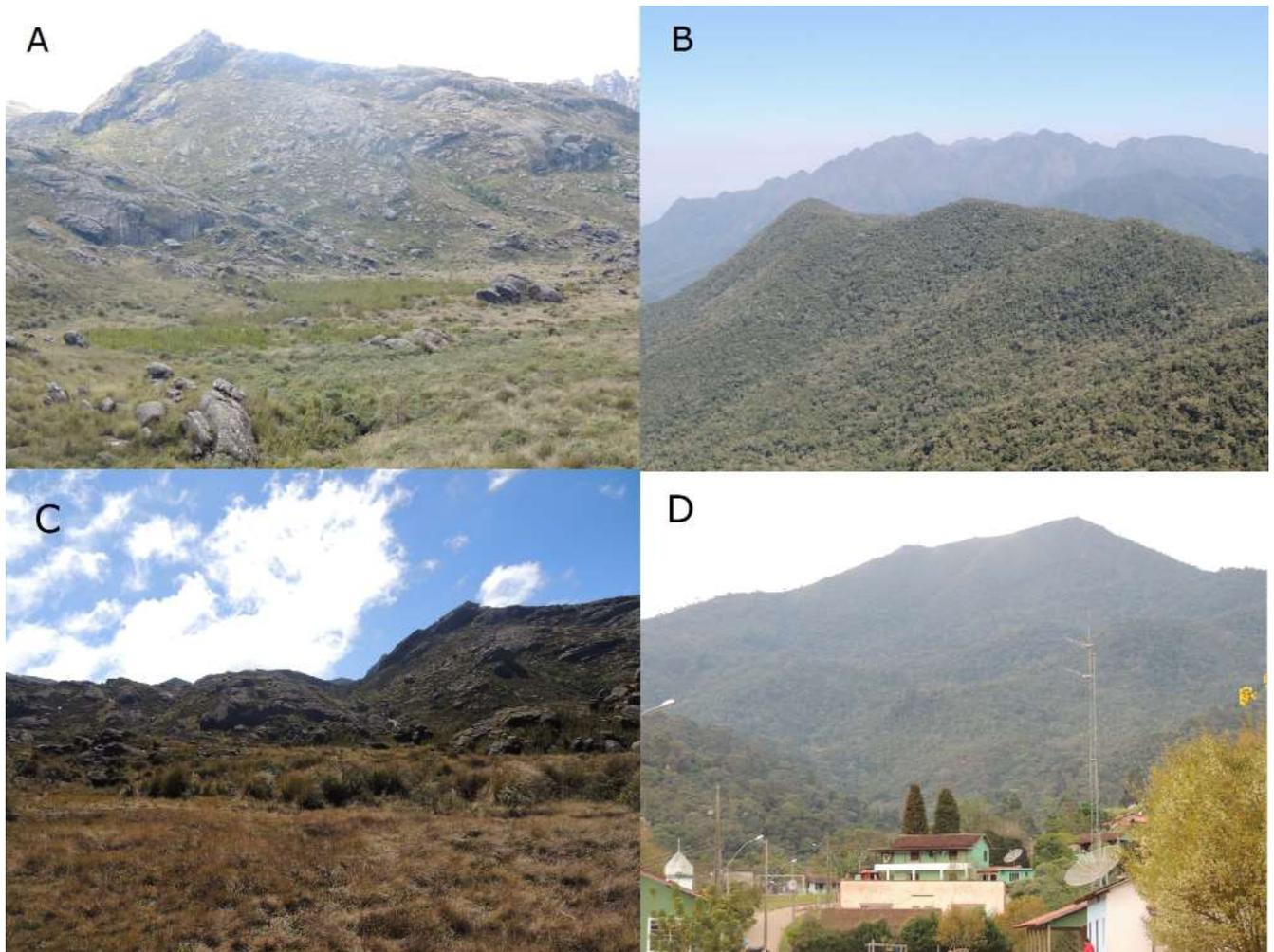


Figura 4 - Aspectos dos geossistemas no maciço alcalino do Itatiaia. A) Patamares de cimeira com campos herbáceos sobre Neossolos e afloramentos com depressões turfosas: predomínio de elementos azonais mediante forte influência do relevo; B) Taludes e vertentes escarpadas e patamares florestados na parte sudeste do maciço: predomínio de elementos zonais; C) Planície alveolar turfosa vista em detalhe no domínio central do maciço; D) Patamares reafeiçoados com Floresta Ombrófila Mista, porção sudoeste do maciço.

Os solos sob floresta no maciço alcalino do Itatiaia apresentam maiores teores de nutrientes em função da reciclagem mais eficiente que se processa na presença de uma biomassa significativa. Ao que apontaram as análises químicas, verificou-se que com o aumento da altitude ocorre uma diminuição da fração argilosa, da soma de bases trocáveis e da capacidade de troca catiônica efetiva, bem como de bases como K, P e Ca, mantendo-se constante o Mg e aumentando a saturação por Al, ainda que a acidez potencial verificada tenha sido variável em ambas classes de fácies. Naturalmente, a concentração de matéria orgânica nos perfis de alteração também aumenta com a altitude em função de uma decomposição mais lenta favorecida pelas temperaturas médias mais amenas,

conforme discutido.

Ocorre, efetivamente, um trânsito lateral de substâncias organominerais sobre um mesmo domínio litológico, o que confere certa uniformidade na química das coberturas superficiais, sendo as diferenças de concentração influenciadas pela significativa lateralidade inerente a estas paisagens de relevo declivoso, e pela formação de sítios de acumulação, fundamentalmente as turfeiras altimontanas, compartimentos receptores que armazenam as maiores taxas de matéria orgânica em toda a área de estudo e se impõem como barreiras geoquímicas funcionais. A figura 5 provê uma visão geral do comportamento geoquímico dos geossistemas em conexão, complementada pelo transecto esquemático mostrado na figura 6.

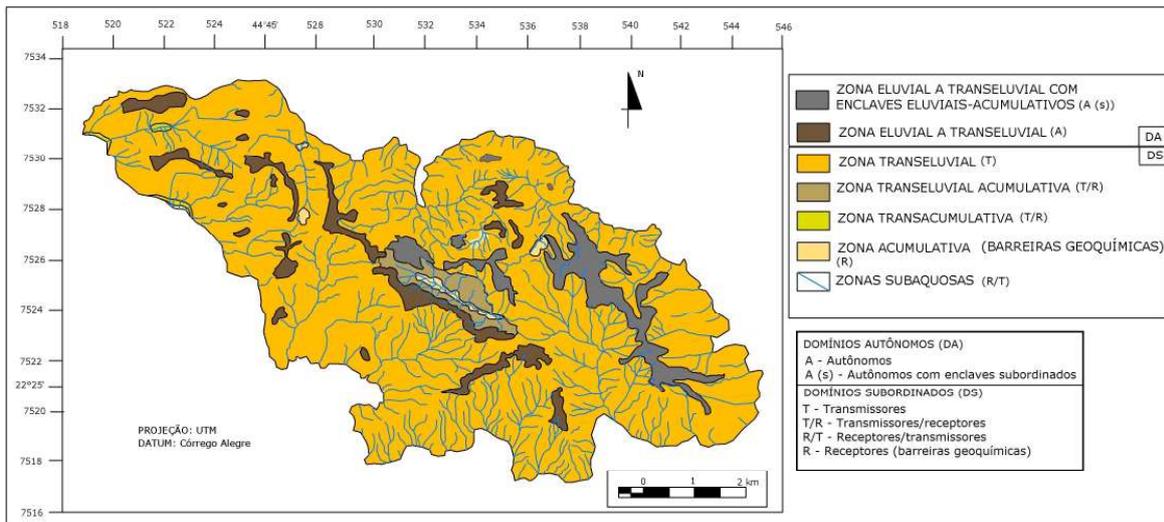


Figura 5 - Comportamento geoquímico no maciço alcalino do Itatiaia.

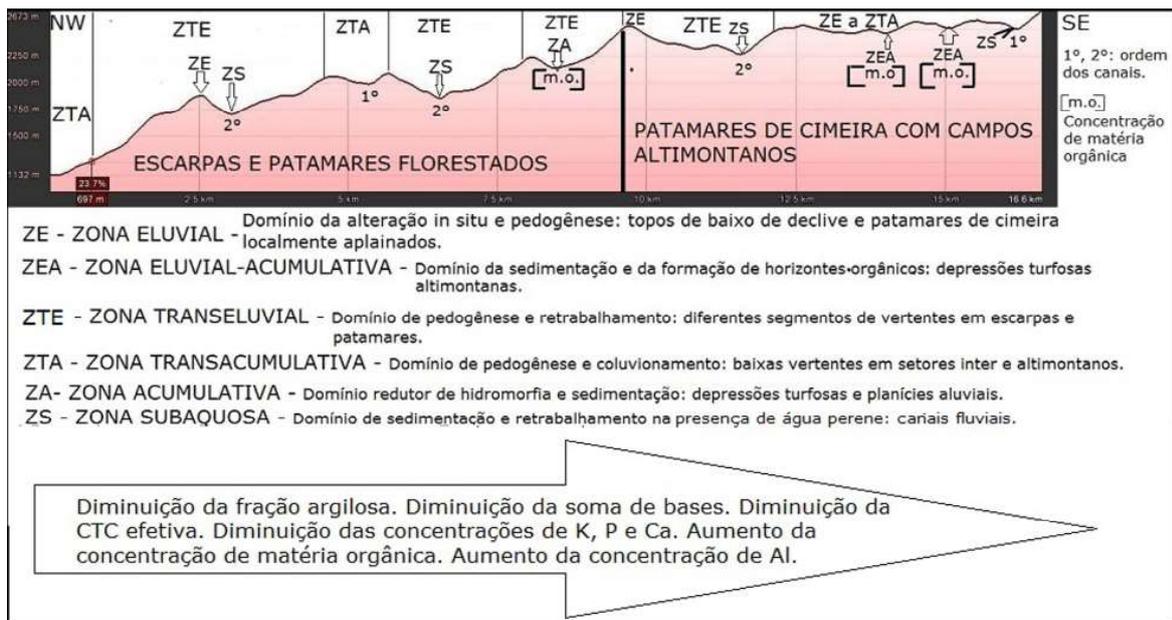


Figura 5 - Comportamento geoquímico em uma seção do maciço alcalino do Itatiaia.

Nos patamares de cimeira ocorrem os *domínios autônomos* (DA), circunstancialmente com enclaves subordinados. As *zonas eluviais*, onde imperam os processos *in situ*, correspondem aos topos localmente aplainados dos somitais, quase sempre associadas na área de estudo a domínios de retrabalhamento, as chamadas *zonas transeluviais*, ambientes de encosta nos quais os processos bioquímicos de intemperismo e transformação pedológica concorrem com o descarnamento das vertentes e com as discordâncias erosivas geradas. Trata-se de um padrão no qual o domínio das cimeiras apresenta desnivelamento topográfico intercalando superfícies planas e vertentes declivosas culminando nas proeminências ruiformes gravadas nos altos picos. Ainda, *zonas eluviais-acumulativas* ocorrem nos domínios de cimeira em condição de enclave, engendradas em pequenas depressões de baixa energia, receptoras e aprisionadoras de materiais. As escarpas e patamares profundamente dissecados são zonas eminentemente *transeluviais*, com retrabalhamento intenso e migração organomineral eficiente. Nas baixas encostas se materializam as *zonas transacumulativas*, muito localizadas num sistema geomorfológico no qual, mesmo diante de intenso processo de coluvionamento, as declividades extremas concorrem com a acumulação de material e imputam considerável energia potencial para o transporte superficial e subsuperficial. Esse comportamento transeluvial se projeta além do maciço, imperando também nas zonas transmissoras dos terrenos pré-cambrianos que estabelecem contato com o domínio das rochas alcalinas neocretáceas.

A forte lateralidade não se restringe, portanto, ao domínio subsuperficial da paisagem, mas também ocorre em ambiente aéreo. Quando os canais vencem o somital do maciço, que intercala trechos de corredeiras e encachoeiramentos com depressões de baixa energia, os mesmos passam a dissecar escarpas de declividades extremas, reafeiçoadas em patamares por efeito de pulsos ascensionais neotectônicos, entalhando profundamente nas principais linhas de fraqueza. Por conseguinte, no domínio das vertentes o transporte e o coluvionamento são processos intensos, ocorrendo também movimentos de massa mais agudos na forma de escorregamentos rotacionais e translacionais mesmo na presença da cobertura vegetal. Concomitantemente à formação de cicatrizes nas vertentes pelos descarnamentos causados pelos movimentos, pacotes coluviais são transportados e depositados atenuando declives e rupturas, o que impõe

limites difusos e transicionais entre os geossistemas; a própria sucessão da vegetação não se dá de forma truncada, apresentando significativa irregularidade nas faixas altimétricas em função da influência exercida pela orientação das vertentes e diferenças em termos de insolação e umidade associadas. Contatos propriamente abruptos entre grupos de fácies se dão nas rupturas de declive entre as depressões altimontanas e os sistemas de vertente, e, principalmente, nas áreas antropizadas, onde é recorrente a tendência de retinização na frente de desflorestamento, nesse caso em prol do aporte de pastoreio bovino.

Indubitavelmente, a gênese tectônica da Serra da Mantiqueira impõe à paisagem uma dinâmica superficial aguda dada pela elevada energia do relevo com recorrente acometimento por exasperações dos processos físicos, sobretudo em situações de altos volumes pluviométricos concentrados. Representativo do contexto geomorfológico regional, o maciço alcalino do Itatiaia figura como um dos sistemas geomorfológicos mais desafiadores em todo o território nacional no que tange ao uso de suas terras, posto que uma série de parâmetros morfométricos conjugados pode amplificar sobremaneira os efeitos destes espasmos climáticos. Em parte resguardada pelo Parque Nacional do Itatiaia, a gestão destas terras impõe o precípua desafio de alinhar os processos dinâmicos naturais inerentes a este sistema geomorfológico e geossistemas nele contidos, suas inúmeras potencialidades ambientais, as práticas conservacionistas vigentes e as diferentes modalidades e conflitos de uso da terra existentes.

Conclusões

A relação dialógica entre geomorfologia e abordagem geossistêmica admite integrações contundentes em todos os níveis escalares. Das grandes macrounidades morfoestruturais, passando por contextos geomorfológicos regionais até a escala das geoformas, ou mesmo de setores específicos de formas, em todos estes níveis, as interferências dadas pelo relevo na dinâmica e evolução dos geossistemas são patentes.

Para estudos firmados em escala pequena o enfoque é eminentemente genético-evolutivo, e os procedimentos de compartimentação morfoestrutural e geomorfológica para diferentes regiões são fundamentais no estabelecimento de geossistemas regionais e proposições de regionalizações físico-geográficas,

demandando interações com a geotectônica no sentido de apreender os fatores geodinâmicos atuantes na gênese e evolução dos grandes compartimentos. Procedimentos de interpretação geológica, extração de lineamentos estruturais e mapeamentos geomorfológicos regionais se fazem fundamentais para o estabelecimento de regionalizações proficientes, sendo que em regiões de relevos tectônicos, muitas vezes, os geossistemas regionais coincidem com os limites dos compartimentos morfoestruturais. Nessas escalas, as maiores diferenciações hidrotérmicas passíveis de serem discernidas sugerem uma inserção mais explícita do clima na interpretação.

Os estudos interessados em problemáticas sub-regionais, pautados em escalas de detalhe e semidetalhe, articulam os enfoques genético-evolutivos e dinâmicos, e devem se valer de aproximações com a geoquímica e a pedologia a fim de melhor atender a maior necessidade de conhecimento sobre as coberturas superficiais e os processos de transformação, erosão e coluvionamento operantes. Doravante, em níveis topológicos de escala local, estudados por meio de um enfoque eminentemente dinâmico, é fundamental um conhecimento detalhado das coberturas de alteração e sua variação ao longo das topossequências, bem como os processos operantes no domínio das vertentes e canais, cabendo o uso de instrumentos de aferição, ensaios laboratoriais e o estabelecimento de parcelas amostrais, preferencialmente amparadas por estações fixas de medição. Quanto à influência dos ritmos sociais no geossistema, o processo de humanização das paisagens deve ser evocado desde as escalas pequenas, ainda que a influência do homem na classificação de uma unidade tipológica aumente com o detalhamento da escala trabalhada.

Para regiões de sistemas geomorfológicos tectônicos, de compartimentação bem marcada em rupturas de declive e contatos truncados entre modelados de dissecação homogênea e em controle estrutural, retomamos a premissa inicial de que o relevo figura como atributo dos mais influentes na definição de unidades geossistêmicas. No maciço alcalino do Itatiaia, tais controles engendrados pelo relevo são explícitos, refletindo em notável congruência entre as unidades geossistêmicas, os compartimentos geomorfológicos, os processos geoquímicos e a dinâmica superficial da paisagem.

A escala de 1/50.000 se revelou adequada na interpretação de integridades espaciais concretas que se manifestam nos níveis topológicos não elementares e seu caráter dinâmico-funcional. Permitiu ainda, diante

da grandeza sub-regional do ambiente aqui discutido, uma articulação eficiente entre o enfoque dinâmico e o evolutivo no estudo dos geossistemas. Nesse sentido, o maciço alcalino do Itatiaia foi apresentado e discutido no contexto da gênese e evolução do sistema rifte continental responsável pelo soerguimento do *horst* da Mantiqueira, do qual faz parte integrante, e que remete ao final do Cretáceo e ao Paleógeno, se impondo como uma expressiva unidade invariante definida pelo relevo emoldurado nas rochas intrusivas alcalinas. Também foi interpretado nos termos de sua dinâmica quaternária, penecontemporânea e atual, postura esta considerada como uma condição *sine qua non* para estudos geossistêmicos nos níveis topológicos, cujas unidades de mapeamento não refletem diretamente os compartimentos regionais estabelecidos a partir do soerguimento deste setor da Plataforma Brasileira e da denudação pós-cretácea (embora façam parte destes), mas sim formas e processos operantes em um compartimento específico engendrado no contexto da gênese da Mantiqueira, porém ligados ao quadro morfoclimático e tectônico atual e orquestrados pelas relações estabelecidas entre suas variáveis de estado (transformação pedológica, movimentos de massa, sucessão vegetacional, dissecação fluvial, sedimentação).

O estudo dos geossistemas vem se projetando como importante abordagem integradora no arcabouço teórico e metodológico da Geografia Física, tendo sido levado a efeito pelo prisma de geomorfológicos, biogeógrafos, climatólogos e outros que, partindo de suas especialidades, incorporam o perfil do geógrafo físico integrado ao se interessarem pelas correlações e integridades espaciais, interpretadas a partir de um conceito próprio da ciência geográfica e compatível com seus objetivos e inclinações metodológicas. Retomando Sochava (2015) e seu legado, entende o insigne geógrafo que a concepção sobre os geossistemas coloca em lume os limites da Geografia Física com outras disciplinas geográficas, não sendo ela meramente uma síntese dos diferentes campos específicos (Geomorfologia, Biogeografia, Hidrogeografia, Climatologia, etc.). A partir da abordagem geossistêmica a Geografia Física parte para a resolução de problemas geográficos complexos, e de forma rigorosa propõe a essência das investigações físico-geográficas e seu lugar no conjunto da Geografia. Quanto à geomorfologia em específico, incita estudos geomorfológicos de nexos geográficos, interessados na espacialidade do relevo segundo a gênese

dos compartimentos, nas coberturas de alteração e processos físico-químicos operantes, e nas perseverantes transformações humanas e quadros morfodinâmicos associados.

Referências Bibliográficas

- 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.
- AB'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, v. 18, 1969.
- ALMEIDA, F. F. M. Geologia do Estado de São Paulo. **Boletim nº 41**, 1967. 263p.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, 1971.
- CAVALCANTI, L. C. S. **Da descrição de áreas à Teoria dos Geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. 205p.
- CLAPPERTON, C. **Quaternary geology and geomorphology of South America**. Elsevier: Amsterdã, 1993. 779p.
- CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A. Proposta de análise integrada dos elementos físicos da paisagem: uma abordagem geomorfológica. **Estudos geográficos**, v. 3, n. 1, p. 111-120, 2005.
- DE MARTONNE, E. Problemas Morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 5, n. 4, p. 532-550, 1943.
- DEMEK, J. The landscape as a geosystem. **Geoforum**, v. 19, p. 29-34, 1978.
- GANZEI, K. S. The geosystems of the Southern and Middle Kuril Islands. **Geography and Natural Resources**, v. 29, p. 251-255, 2008.
- HASSE, G. Medium scale landscape classification in the German Democratic Republic. **Landscape ecology**, v. 3, n. 1, p. 29-41, 1989.
- HIRUMA, S. T. **Significado morfotectônico dos planaltos isolados da Bocaina**. Tese de Doutorado, IG, USP, São Paulo, 2007. 172p.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1, Rio de Janeiro, 1992.
- ISACHENKO, A. G. **Principles of landscape science and Physical Geography Regionalization**. Melbourne, 1973. 311p.
- KHOROSHEV, A. V.; ALESHCHENKO, G. M. Methods to identify geosystems with a commonality of intercomponent relationships. **Geography and Natural Resources**, v. 29, p. 267-272, 2008.
- 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.
- 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.
- LAVRINENKO, I. A. Landscape diversity of specially protected natural territories of nenets autonomous okrug. **Geography and Natural Resources**, v. 33, n. 1, p. 37-44, 2012.
- LEHMANN, H. Observações morfoclimáticas na Serra da Mantiqueira e no Vale do Paraíba. **Notícia Geomorfológica**, n. 5, p. 1-6, 1960.
- LIMA, M. R.; MELO, M. S. Palinologia de depósitos rudáceos da região de Itatiaia, bacia de Resende – RJ. **Geonomos**, v. 2, n. 1, p. 12-21, 2013.
- MAKUNINA, G. S. The landscape-geophysical basis of geocology. **Geography and Natural Resources**, v. 35, n. 2, p. 109-113, 2014.
- MARQUES NETO, R. **Estudo evolutivo do sistema morfoclimático e morfotectônico da bacia do Rio Verde (MG), sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado, IGCE, UNESP, Rio Claro, 2012. 429p.
- _____; PEREZ FILHO, A.; OLIVEIRA, T. A. Geossistemas na bacia do Rio Verde (MG): proposta de mapeamento de sistemas ambientais físicos em escala regional. **Geografia**, v. 39, n. 2, p. 321-336, 2014.
- _____. Itatiaia Massif: morphogenesis of southeastern brazilian highlands. In: VIEIRA, B. C.; SALGADO, A. L. R.; SANTOS, L. J. C. (Eds.) **Landscapes and landforms of Brazil**. New York: Springer, 2015. 403p.
- MIRLEAN, N.; TELLES, R. M.; DUARTE, G. M. O que é geoquímica de paisagem? **Geosul**, v. 21, n. 41, p. 107-126, 2006.
- MODENESI, M. C. Depósitos de vertente e evolução quaternária

do Planalto do Itatiaia. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 31-46, 1992.

_____; TOLEDO, M. C. M. Morfogênese quaternária e intemperismo: colúvios do Planalto do Itatiaia. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 14, n. 21, p. 45-53, 1993.

_____. Weathering and the formations of hillslopes deposits in the tropical highlands of Itatiaia – southeastern Brazil. **Catena**, v. 27, p. 81-103, 1996.

MODENESI-GAUTTIERI, M. C.; NUNES, L. H. Processos geocriogênicos quaternários nas cimeiras da Mantiqueira, com considerações climáticas. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 19, n. ½, p. 19-30, 1998.

_____; TOLEDO, M. C. M.; HIRUMA, S. T.; TAIOLI, F.; SHIMADA, H. Deep weatering and landscape evolution in a tropical plateau. **Catena**, n. 85, p. 221-230, 2011.

OLIVEIRA, T. A. **A concepção geossistêmica aplicada ao estudo da dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Lourenço Velho, sul do estado de Minas Gerais**. Tese de Doutorado em Geografia, IGCE, UNESP, Rio Claro, 2013. 164p.

PLAKHOTNIK, A. F. The subject and structure of geosystems theory. **Doklady Instituta Geografii Sibiri I Dal'nego Vostoka**, n. 39, p. 33-39, 1973.

PREOBRAZHENSKIY, V. S. Geosystem as an object of landscape study. **Geojournal**, v. 7 n. 2, 1983.

RAYNAL, R. O vale do Paraíba, a Serra da Mantiqueira e a região de São Paulo. **Notícia Geomorfológica**, n. 5, p. 6-15, 1960.

RICCOMINI, C. **O rift continental do sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado, IG, USP, São Paulo, 1989. 256p.

SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais: tensões intraplaca, descontinuidades crustais e morfogênese**. Tese de Professor Titular, IG, UFMG, Belo Horizonte, 1991. 285p.

SANTOS, M. DOS. **Serra da Mantiqueira e Planalto do Alto Rio Grande: a bacia terciária de Aiuruoca e evolução morfotectônica**. Tese de Doutorado, IGCE, UNESP, Rio Claro, 1999. 134p.

SAUSHKIN, G.; SMIRNOV, A. M. Geosystems and geostructures. **Geografiya**, n. 5, p. 27-32, 1968.

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.

_____. Por uma Teoria de Classificação dos Geossistemas da Vida Terrestre. **Biogeografia**, n. 14, 1978.

_____. **Introducción a la teoría sobre los geosistemas**. Novosibirsk: Nauka, filial de Sibéria, 1978. 318p. (em russo)

_____. El objeto de la Geografía Física a la luz de la Teoría sobre los Geossistemas. **Geographia**, v. 1, n. 33, p. 234-244, 2015.

_____; KRAUKLIS, A. A.; SNYTKO, V. A. Toward a unification of concepts and terms used in integral landscape investigations. **Soviet Geography: review and translation**, v. 16, n. 1, p. 616-622, 1975.

STYNKO, V. A.; SEMENOV, Y. M. The study of geosystem structure, development and functioning in Siberia. **Dissertations Comissions of Cultural Landscape**, n. 6, p. 141-150, 2008.

SUVOROV, E. G.; KITOV, A. D. Landscape structure of the southeastern part of Eastern Sayan. **Geography and Natural Resources**, v. 34, n. 4, p. 371-377, 2013.

TROUW, R. A. J.; JUNHO, M. C. B.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. B.; ALMEIDA, M. E.; VALERIANO, C. M. **Projeto Sul de Minas**. UFRJ/UFGM/COMIG, 2003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais: legenda expandida**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p.

YEFREMOV, Y. K. The landscape sphere and the geographical environment. **Soviet Geography: review and translation**, v. 5, n. 5, p. 248-256, 1969.

ZALAN, P. V.; OLIVEIRA, J. A. B. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 13, n. 2, p. 269-300, 2005.