

CAMPOS ALTIMONTANOS EM MONTANHAS TROPICAIS: UNIDADES BIOGEOGRÁFICAS DE ENCLAVE NAS TERRAS ALTAS DO BRASIL SUDESTE

Roberto Marques Neto¹

Resumo: No conjunto das montanhas tropicais da margem rifte brasileira, a Serra da Mantiqueira figura como teto orográfico mais elevado, sustentando as maiores extensões de campos altimontanos. O objetivo do presente artigo é discutir a espacialidade das referidas fitofisionomias na porção mineira da Serra da Mantiqueira, diferenciando tais formações vegetais segundo suas relações com o meio físico. A vegetação aqui aludida tende a ocorrer em altitudes superiores 1800 m, tendo nos tipos de rocha seu principal fator de diferenciação. Desse modo, foram discernidas cinco unidades biogeográficas concernentes às terras altas do sudeste brasileiro, nas quais os campos de altitude se diferenciam fisionômica e floristicamente, divisão esta reforçada por endemismos fito e zoogeográficos: (1) maciço alcalino de Itatiaia, balizado em nefelina-sienitos (2) maciço do Caparaó, antifforme disjunto emoldurado em gnaisses e migmatitos, (3) Serra do Ibitipoca, sustentada por quartzitos e (4) Serra do Papagaio, de litologia gnáissico-granítica e (5) Planalto de Campos do Jordão, também embasado predominantemente por gnaisses.

Palavras-chave: Campos altimontanos. Serra da Mantiqueira. Enclave. Endemismo local.

HIGHLAND FIELDS IN TROPICAL MOUNTAINS: ENCLAVES BIOGEOGRAPHIC UNITS IN SOUTHEAST BRAZIL HIGHLANDS

Abstract: In the group of tropical mountains on the Brazilian rift margin, Serra da Mantiqueira appears as the highest orographic level, supporting the largest extensions of highland fields. This article aims is to discuss the spatiality of the aforementioned phytophysionomies in the Serra da Mantiqueira in Minas Gerais state, differentiating such plant formations according to their relationships with the physical environment. The vegetation mentioned here tends to occur at altitudes above 1800 m, with rock types being its main differentiating factor. In this way, five biogeographical units were discerned concerning the highlands of southeastern Brazil, in which the high altitude fields differ physiognomically and floristically, a division reinforced by phyto- and zoogeographical endemisms: (1) Itatiaia alkaline massif, marked in nepheline-syenites (2) Caparaó massif, a disjunct antiformal framed in gneisses and migmatites, (3) Serra do Ibitipoca, supported by quartzites and (4) Serra do Papagaio, with gneissic-granitic lithology and (5) Campos do Jordão Plateau, also based predominantly by gneisses.

Keywords: Highland fields. Mantiqueira Mountain Range. Enclave. Local endemism.

CAMPOS ALTIMONTANOS EN MONTAÑAS TROPICALES: UNIDADES BIOGEOGRÁFICAS DE ENCLAVE EN LAS TIERRAS ALTAS DEL SURESTE DE BRASIL

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Geociências, Juiz de Fora, Brasil, roberto.marques@ufjf.br, <https://orcid.org/0000-0002-6496-789X>

Resumen: En el conjunto de montañas tropicales del margen rift brasileña, la Serra da Mantiqueira aparece como el techo orográfico más alto, sustentando las mayores extensiones de campos de montaña. El objetivo de este artículo es discutir la espacialidad de las fitofisionomías antes mencionadas en la porción de Serra da Mantiqueira de Minas Gerais, diferenciando dichas formaciones vegetales según sus relaciones con el ambiente físico. La vegetación aquí mencionada suele presentarse en altitudes superiores a los 1800 m, siendo el tipo de roca su principal factor diferenciador. De esta manera, se discernieron cinco unidades biogeográficas en las tierras altas del Sudeste de Brasil, en las que los campos de altitud difieren fisionómicamente y florísticamente, división reforzada por endemismos fito y zoogeográficos: (1) Macizo alcalino de Itatiaia, marcado en nefelino-sienitas (2) Macizo de Caparaó, antiformal disjunta enmarcada en gneises y migmatitas, (3) Serra do Ibitipoca, sostenida por cuarcitas y (4) Serra do Papagaio, con litología gneisico-granítica y (5) Meseta de Campos do Jordão, también basada predominantemente en gneis.

Palabras clave: Pastizales de altura. Serra da Mantiqueira. Enclave. Endemismo local.

Introdução

As chamadas “terras altas” do Brasil Sudeste compreendem terrenos sob a influência do rifte continental do sudeste do Brasil (Riccomini, 1989) e definem as principais volumetrias topográficas da fachada atlântica, entre as quais os *horsts* da Serra do Mar e da Mantiqueira figuram como os alinhamentos mais contínuos enfeixando diversas zonas de cisalhamento de expressão regional. A tectônica tafrogênica da fase sin-rifte responsável pelo soerguimento isostático da margem continental adjacente ao Oceano Atlântico gerou grandes escarpamentos típicos de bordas cratônicas, em grande medida sustentados pela tectônica pós-miocênica que afeta a região, incluindo as últimas reorganizações erosivas e as influências dos campos de tensão vigentes (Zalan; Oliveira, 2005; Silva; Mello, 2011; Rezende et al. 2013).

Tais compartimentos montanhosos são depositários de valiosos estoques florestais remanescentes no domínio tropical atlântico, resguardados em vertentes declivosas e vales confinados talhados mediante dissecação profunda da rede de drenagem tectonicamente controlada que diseca estas faixas de soerguimento preferencial acometidas por sucessivas reativações neotectônicas. As heranças estruturais que remetem à gênese de tais estruturas ao Cenozoico Inferior (Marques Neto, 2017), e os controles tectônicos sobrepostos influenciam ainda a geração de diversos morfopatrimônios (sensu Claudino-Salles, 2018) na forma de cânions, saltos, cachoeiras, escarpas, taludes, mirantes, cavernas, entre outros fatos geomórficos de significativa beleza cênica, significado cultural

e apelo conservacionista. Geoformas como o Pico das Agulhas Negras, nas divisas entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, a Pedra do Picu (Itamonte, MG), a Pedra da Mina (Passa Quatro, MG) e o Pico do Papagaio (Aiuruoca, MG) figuram como os geopatrimônios mais conhecidos, entre outros tantos que ocorrem na região

Os cinturões florestais que ainda vigem nas montanhas tropicais do sudeste brasileiro são coroados por redomas de campos altimontanos que eclodem nas altas vertentes e nos somitais das altas cristas, fundamentalmente nos setores a sotavento dos compartimentos interiores da Serra da Mantiqueira, contexto que define o maior número de enclaves de fitofisionomias campestres na região (Marques Neto, 2022).

A história natural dos campos de altitude é pauta complexa e envolve diferentes proposições. Graeff (2015), ancorado nas conjecturas formuladas por Tassinari (2008), sugere que as condições climáticas desérticas vigentes durante a arregimentação do supercontinente Pangea teriam forjado as condições ecológicas para a evolução das vegetações estépicas, que por sua vez teria firmado o estoque genético base para o surgimento de floras xerofílicas e dos arranjos florísticos e fisionômicos dos campos. Campos de altitude, portanto, figuram como formações vegetais antigas no contexto do sudeste brasileiro.

Considerando as propostas mais modernas em evolução, as formações campestres das áreas elevadas do Brasil Central e do leste foram unificadas por Joly (1970) pela terminologia campos rupestres. Em seguida, Rizzini (1979) chamou de campos altimontanos aqueles ocorrentes sobre rochas ígneas e metamórficas da Serra do Mar e da Mantiqueira, diferenciando-os dos campos de canga que ocorrem nas províncias ferríferas de Minas Gerais e dos campos quartzíticos do Espinhaço. De forma um pouco mais precisa, Ferri (1980) e Eiten (1983) consideram os campos quartzíticos como os tipos rupestres e os demais campos altimontanos como campos de altitude. Semir (1991) insere a ideia de “complexo” no debate, propondo uma diferenciação entre os complexos rupestres de quartzito e os complexos rupestres de granito, linha na qual a proposição de Benites et al. (2003) é aderente. Os autores propõem uma diferenciação entre os *complexos rupestres de altitude em quartzito* e os *complexos rupestres de altitude em rochas ígneas*, argumentando que as fitofisionomias altimontanas medram recorrentemente sobre ambientes litólicos desprovidos de coberturas de alteração, sendo que o enquadramento

nos termos de um “complexo” permite conjuminar as formações que ocorrem sobre rochas, entre rochas, sobre solos rasos, sejam elas herbáceas, arbustivas ou nanoflorestais.

As fitofisionomias de campo se distribuem nas paisagens montanhosas do sudeste brasileiro, que configuram autênticas “paisagens de exceção”, a considerar o termo pela acepção de Ab’Sáber (2006), ou seja, espacialidades cujas estruturas e dinâmicas destoam das grandes tipicidades regionais. Nesse âmbito, os campos altimontanos figuram como mini e mesorredutos encravados em meio às faixas florestais dominantes nos cinturões quentes e úmidos, ocorrendo na condição de enclave nas faixas zonais intertropicais por influência do relevo, fundamentalmente devido à elevação topográfica, e variando naturalmente em função de fatores como a litologia, as coberturas de alteração associadas, as orientações das vertentes e as disjunções regionais. Pela classificação de Walter (1984), os campos figurariam como biomas controlados, além do mesoclima, por condicionantes locais dados pela elevação altimétrica (*orobiomas*), pela litologia e coberturas superficiais associadas (*litobioma*, *edafobioma*). Tais formações se manifestam nos *zonobiomas*, integridades estas controladas pelo clima e definidas pela zonalidade climática e fatores hidrotérmicos associados (*eubiomas*) (Coutinho, 2016).

Buscando avançar na interpretação do significado biogeográfico das montanhas tropicais, o presente artigo tem por objetivo discutir os fatores condicionantes na distribuição e diferenciação dos campos altimontanos na região da Mantiqueira Meridional (sensu GATTO et al. 1983), focando sua porção contida no estado de Minas Gerais, onde estão circunscritas as superfícies somitais dos topos e altas vertentes e onde as referidas formações vegetais eclodem. Ainda, a discussão incluiu a Serra do Caparaó como balizador regional fundamental para colocar em tela as disjunções maiores verificadas no Brasil Sudeste.

Material e métodos

A base teórico-metodológica do presente trabalho foi delineada segundo os pressupostos da abordagem sistêmica, conjuminando três modulações teóricas, a saber: os princípios da zonalidade e azonalidade de Isachenko (1973), o sistema de classificação da vegetação de Walter (1984) e o conceito de paisagem de exceção em conformidade com Ab’Sáber (2006). Os campos foram assim interpretados como um sistema complexo

no âmbito dos arranjos paisagísticos que definem os geossistemas dos grandes escarpamentos do Brasil Sudeste, onde paisagens que aninham os elementos concernentes à tropicalidade se conjugam à paisagens de exceção de forte significado azonal. Tais tipicidades são distribuídas em mini e mesorredutos influenciados pelo substrato e\ou pela zonação altitudinal imposta pela fisiografia montanhosa. Nessas condições ambientais específicas se consubstanciam organizações biogeográficas distintas na forma de *orobiomas* (Walter, 1985) e *rupestrebiomas* (Ab'Sáber, 2006).

As vegetações altimontanas, pelo seu padrão de distribuição e condições de ocorrência, foram tratadas em perspectiva interescalar. Primeiramente, foi feita a adoção da escala de 1/250.000 como base para a integralização dos resultados e representação cartográfica da Serra da Mantiqueira, dada sua expressão regional capaz de apreender as principais disjunções. Em específico, a disjunção e a expressão espacial mais restrita da Serra do Caparaó foram elementos que forçaram, por sua vez, que sua representação fosse levada a cabo em escala de semidetalhe (1/50.000), até porque a desarticulação com as terras altas contínuas demandaria uma cartografia muito generalizada para inseri-lo em uma mesma representação cartográfica de escala regional.

As articulações escalares perpassaram também a escala local, cotejada durante as campanhas de campo, que amostrou informações granulométricas, químicas e mineralógicas das coberturas superficiais sob os campos, procedimento associado à caracterização fitofisionômica e reconhecimento dos táxons mais típicos e\ou dominantes.

As folhas topográficas correspondentes foram obtidas por download diretamente no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (www.ibge.gov.br). Na escala de 1/250.000 foram utilizadas as folhas Volta Redonda (SF-23-Z-A), Guaratinguetá (SF-23-Y-B), Barbacena (SF-23-X-C) e Juiz de Fora (SF-23-X-D), formando a base para a representação da Serra da Mantiqueira Meridional. Na escala de 1/50.000 foram utilizadas as folhas Divino de São Lourenço (SF-24-V-A-IV-2), Iúna (SF-24-V-A-I-4), Espera Feliz (SF-24-V-A-IV-1) e Manhumirim (SF-24-V-A-I-3), as quais compuseram, por sua vez, o banco de dados elaborado para a Serra do Caparaó.

Quanto à base geológica, utilizou-se o projeto da CPRM (Folha Rio de Janeiro, SF-23) em escala de 1/1 000.000 (Brasil, 2004), sendo que as limitações impostas pela ausência de mapeamentos sistemáticos em escalas mais detalhadas foram minimizadas com a consulta de outros levantamentos que cobrem parcialmente a área de estudo,

enfaticamente o Projeto Sul de Minas (Soareas et al. 2002), cujas bases se encontram na escala de 1\100.000. Para a Serra do Caparaó utilizou-se os levantamentos de Novo et al. (2011), que tratam a área na escala de 1\50.000.

Os dados de uso da terra e cobertura vegetal foram obtidos mediante classificação de imagens de satélite Landsat, bandas 5, 4, 3, disponibilizadas pela USGS (*United States Geological Survey*) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Em um primeiro momento, a interpretação se pautou no protocolo da Máxima Verossimilhança em ambiente GIS, discernindo-se as formações florestais, os campos altimontanos, as áreas de pastagem, além de cultivos agrícolas, reflorestamento e manchas urbanas. Em complemento, foi acionada a extensão *Bing Maps* do ArcGIS para poligonização direta de algumas unidades de uso e/ou vegetação a fim de minimizar as generalizações inerentes à classificação convencional. Tal recurso foi fundamental para a diferenciação entre os campos altimontanos e áreas de pastagem na escala de 1/250.000, e, no caso da Serra do Caparaó, para discernir as variações fisionômicas apreensíveis em escala de semidetalhe (1/50.000).

O uso e cobertura da terra obtido na escala de 1/250.000 foi sobreposto à base geológica para verificação das aderências entre as formações vegetais altimontanas e os litotipos. Nas escalas mais detalhadas, procurou-se estreitar as relações entre a vegetação e os geossistemas locais a partir de trabalhos existentes nas diferentes áreas amostrais: maciço alcalino do Itatiaia (Modenesi-Gauttieri e Nunes, 1998; Modenesi-Gauttieri et al. 2011; Marques Neto, 2016), Serra do Ibitipoca (Dias, 2000; Dias et al. 2003; Oliveira FILHO et al. 2013; Marques Neto, 2019), Serra do Papagaio (Marques Neto et al. 2014; Mendonça, 2017), Planalto de Campos do Jordão (Meireles; Kinoshita; Sheperd, 2014; Gonçalves, 2019).

Para fins de investigação de aspectos físico-químicos dos mantos de alteração e suas relações com a vegetação foram coletadas amostras de coberturas pedológicas em diferentes litotipos. Quando os solos se apresentava mais desenvolvido procedeu-se nas coletas de amostras do horizonte B, ainda que a recorrência de solos rasos sem horizontes subsuperficiais organizados restringiu a opção de coleta em níveis mais superficiais. Posteriormente, as amostras coletadas foram encaminhadas ao Laboratório de Solos da Universidade Federal de Lavras para as devidas rotinas. Os aspectos físicos se pautaram nas classes texturais básicas: *arenosa* (Solo Tipo 1), *média* (Solo Tipo 2) e *argilosa* (Solo Tipo 3). Quanto aos aspectos químicos, foram contemplados os seguintes parâmetros: *pH*

medido em água; matéria orgânica (dag/kg); *acidez trocável* (extrator cloreto de potássio); *acidez potencial* ($\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$, em extrator SMP); *bases trocáveis*, sendo o Ca e o Mg também obtidos pelo extrator KCl e o Na e o K pelo extrator Mehlich. Ainda, obteve-se a *capacidade de troca catiônica* (CTC) calculada em pH 7,0, e a *saturação por alumínio* (m) a partir da divisão do alumínio trocável pela soma desse valor ao de bases multiplicado por 100. Para o presente artigo, os resultados obtidos a partir da análise das coberturas de alteração foram utilizados como aporte adicional e acessório para a discussão acerca dos fatores de diferenciação.

Embora a diferenciação da biomassa vegetal tenha sido realizada a partir de noções fitofisionômicas, elementos florísticos foram levados em conta considerando os táxons dominantes e de maior significado no arranjo fisionômico dos campos, bem como os endemismos locais, associando os reconhecimentos logrados em campo à literatura preexistente. As rotinas de campo não se pautaram em herborização sistemática, se atendo ao reconhecimento das famílias dominantes e das espécies mais recorrentes que se arborizam às famílias identificadas, tendo como apoio levantamentos florísticos previamente realizados nas áreas em apreço (Oliveira Filho et al. 2013; Meireles, Kinoshita; Sheperd, 2014; Gonçalves, 2019). Também foram consideradas condições endêmicas na fauna de vertebrados, já reconhecidas na região. Ainda, a pretexto de buscar um respaldo florístico para a proposta, foram considerados estudos pregressos de análises de similaridade, levantados a fim suportar uma diferenciação mais segura das unidades biogeográficas.

Por fim, a partir do conjunto de evidências obtido na presente pesquisa, associando resultados de estudos bibliográficos, de ensaios laboratoriais, de trabalhos de campo e de produção cartográfica, foram propostas unidades biogeográficas para o domínio mineiro da Serra da Mantiqueira. Tais unidades foram definidas, fundamentalmente, pelas diferenciações fitofisionômicas e pelos endemismos conhecidos em diferentes compartimentos geomorfológicos.

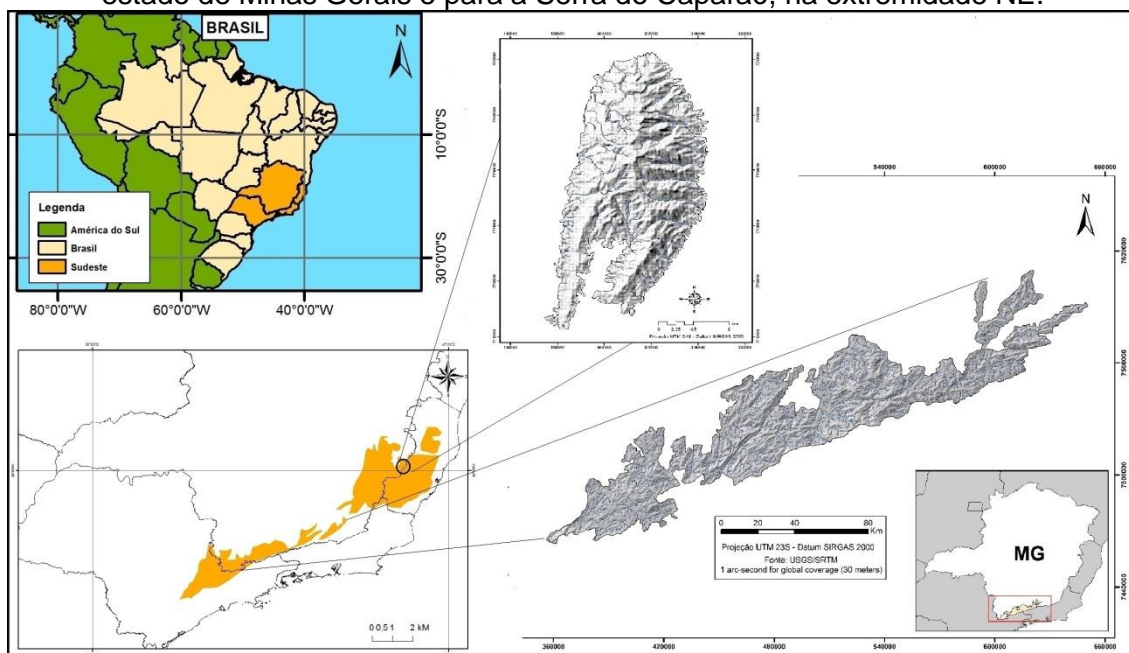
A área de estudo

O que se designa como Serra da Mantiqueira (figura 1) obedece a critérios técnico-científicos utilizados na definição de limites para sistemas geomorfológicos (vide GATTO et al. 1983), mas também é produto da abstração daqueles que estabelecem relações de identidade com as terras altas interiores do sudeste brasileiro, o que muitas vezes leva a crer que a chamada Serra da Mantiqueira corresponde ao *horst* contínuo de orientação geral NE-SW que define terrenos elevados em franca continuidade desde Lima Duarte (MG) até os limites com o estado de São Paulo na região de Extrema (MG) e Joanópolis (SP), descambando a leste em direção ao Vale do Paraíba.

Para norte, define-se uma Mantiqueira Setentrional a partir da região de Juiz de Fora (MG) que se alonga pela Zona da Mata mineira até a emergência dos antiformais das serras do Brigadeiro e do Caparaó, e destas para leste englobando parte do Espírito Santo. Nesse ramo, os tetos orográficos contínuos desaparecem em função de intensa denudação cenozoica promovida pelos grandes afluentes da margem esquerda do rio Paraíba do Sul. Restam alinhamentos de cristas festonadas mais baixas, avultando as altimetrias compatíveis com o eixo meridional apenas nas extremidades setentrionais onde as serras do Brigadeiro e do Caparaó estão posicionadas (Gatto et al. 1983; Marques Neto, 2017).

A Serra da Mantiqueira foi emoldurada em diferentes litotipos, com idades predominantemente proterozoicas na sua parte meridional, interceptadas pelas intrusões alcalinas cretáceo-paleocenas de Itatiaia e Passa Quatro. Também apresentam quartzitos grosseiros pela margem direita do rio Grande pertencentes ao Grupo Andrelândia (Heilbron et al. 2004), que por sua vez estabelecem contato com biotita-gnaisses e com os enderbitos paleoproterozoicos do Complexo Juiz de Fora.

Figura 01 - Localização da Serra da Mantiqueira, com destaque para o grande ramo meridional no estado de Minas Gerais e para a Serra do Caparaó, na extremidade NE.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os campos altimontanos da Mantiqueira se concentram fundamentalmente em seu ramo meridional, restringindo-se, no âmbito espacial da Mantiqueira Setentrional, às porções elevadas da Serra do Brigadeiro e do Caparaó. Na parte meridional, o estabelecimento de uma drenagem dual balizada no rio Paraíba do Sul a leste e no piso dos principais troncos coletores regionais (rios Grande, Verde e Sapucaí) a noroeste, aliado a uma veemente geodinâmica morfotectônica, tem mantido faixas elevadas contínuas, como tem sido apontado por autores como Saadi (1991), Hiruma e Riccomini (1999) e Marques Neto (2017). Tal organização geomorfológica faz com que a zonação altitudinal e toda variação de fatores ombrotérmicos sejam fenômenos bem marcados na paisagem.

O relevo escarpado da Mantiqueira Meridional é caracterizado pela exposição recorrente das zonas de cisalhamento e por significativas amplitudes que se manifestam tanto em escala local como regional. Desse modo, comporta sucessões vegetacionais controladas pela altitude e influenciadas por diferentes contextos mesoclimáticos, do sopé até as superfícies somitais. A aludida organização geomorfológica influencia ainda o grau de desenvolvimento dos solos, com pedogênese latossólica mais conspícua nos

compartimentos intermontanos e solos imaturos nas altas vertentes e patamares de cimeira.

A faixa de campos altimontanos compreende áreas onde vigora o clima tropical de altitude (ou Cwb, segundo o sistema classificatório de Köppen), apresentando condições extremas para as faixas tropicais em termos de amplitudes e médias térmicas, nebulosidade e incidência de geadas. A considerar toda a estrutura geomorfológica, dos primeiros patamares que estabelecem o contato tectônico do gráben do Paraíba do Sul, até as superfícies somitais, amplitudes superiores a 2000 metros garantem significativas variações meso e microclimáticas.

A ocupação humana na Serra da Mantiqueira também estabelece estreita relação com o quadro geomorfológico. Historicamente, os empreendimentos urbanos, industriais e mesmo agropecuários evitaram os setores mais elevados e/ou declivosos, permitindo que consideráveis extensões de vertentes escarpadas resguardassem portentosos estoques das florestas tropicais atlânticas, tanto de suas formações florestais semideciduais e ombrófilas, como dos enclaves campestres. Importantes unidades de conservação de proteção integral como o Parque Nacional do Itatiaia, o Parque Estadual Serra do Papagaio e o Parque Estadual de Campos do Jordão também foram fundamentais na manutenção dos complexos arranjos florísticos que eclodem nessas florestas e campos, bem como nos seus ecótonos. Ainda assim, atividades de pastoreio, agrícolas e silviculturais encontram capilares para avançar até as áreas mais elevadas, se colocando assim como fatores de ameaça para os campos altimontanos objetos de discussão.

Resultados

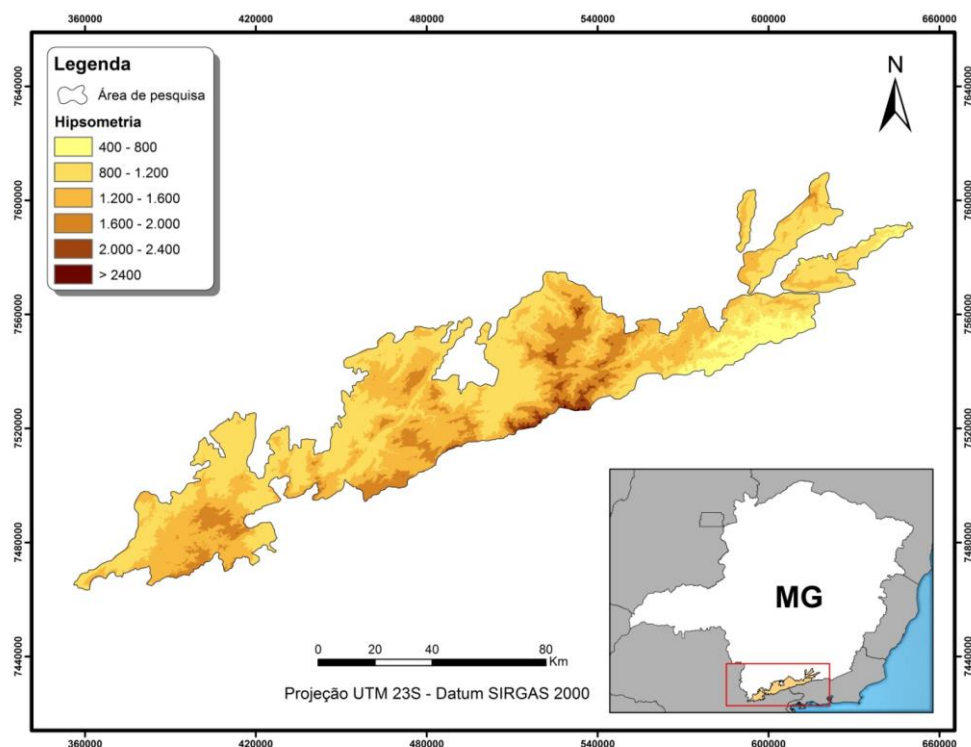
A espacialidade dos campos nas montanhas tropicais do Brasil Sudeste e seu significado biogeográfico são noções complexas, convergindo diversos fatores no entendimento do seu padrão de distribuição. Por uma questão de ordem, tal conjunto de fatores admite o seguinte agrupamento:

A. Fatores definidores: (1) Elevação topográfica; (2) Condições mesoclimáticas.

B. Fatores diferenciadores: (1) litotipos - diferenciadores fundamentais das principais fisionomias de campos; (2) disjunções causadas por fatores tectono-estruturais; (3) solos - determinantes sempre que não conseguem aportar coberturas florestais, também

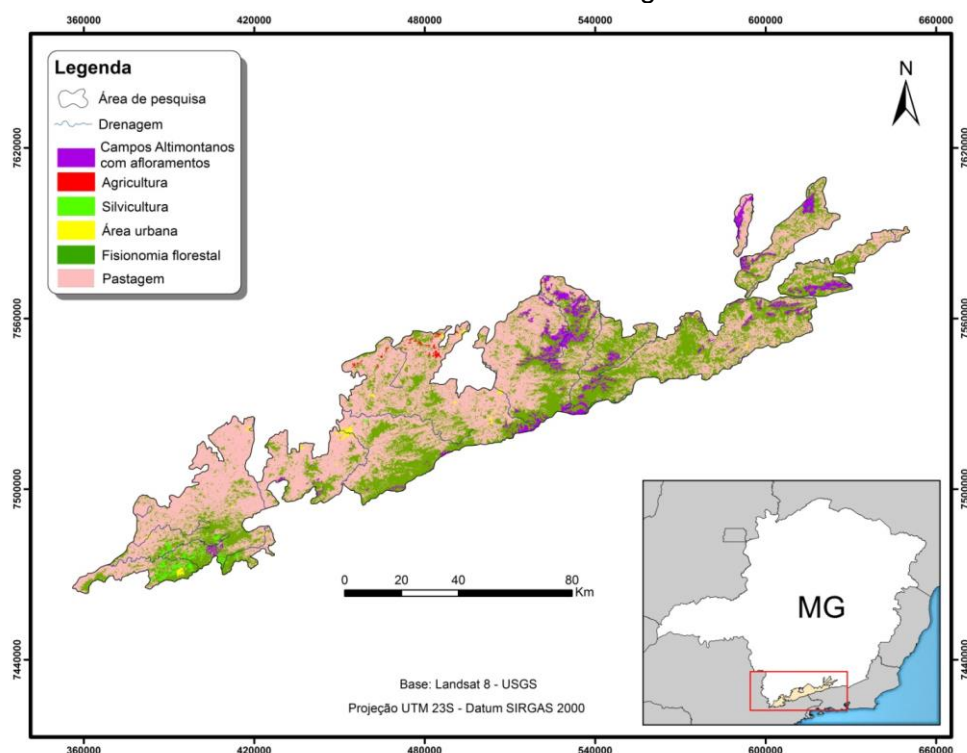
diferenciam arranjos fitofisionômicos e fitossociológicos conforme a assinatura geoquímica local; (4) orientação das vertentes; (5) posição do lençol freático; (6) ação humana.

A relação entre as maiores continuidades de formações campestres e os níveis hipsométricos contínuos mais elevados resulta em forte aderência, conforme pode ser averiguado nas figuras 2 e 3. Os esquemas cartográficos comparam as altitudes regionais com os padrões de uso e cobertura, o que permite visualizar o conjunto dos campos e apreender genericamente seu padrão de distribuição. Geralmente, a ocorrência dessas fitofisionomias está ligada às altitudes superiores a 1600 metros (como mostram as figuras supracitadas), a depender da litologia e da orientação das vertentes. Tal padrão fica explícito nos significativos adensamentos verificáveis nos batólitos de Itatiaia e Passa Quatro, bem como ao longo das principais linhas interfluviais dos patamares de cimeira da Mantiqueira, ou ainda em compartimentos interiores, como as serranias da região de Pouso Alto, Itamonte, Alagoa e Aiuruoca, nas adjacências dos sistemas intrusivos. Constam também mais a SW, na região de Campos do Jordão e Gonçalves. No quartzito ocorrem em menores elevações em função da relação mais estreita com o substrato.

Figura 02 - Distribuição dos níveis altimétricos regionais na Serra da Mantiqueira Meridional.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 03 - Campos de altitude na Serra da Mantiqueira Meridional e suas relações com o uso da terra e demais coberturas vegetais



Fonte: Elaborado pelo autor.

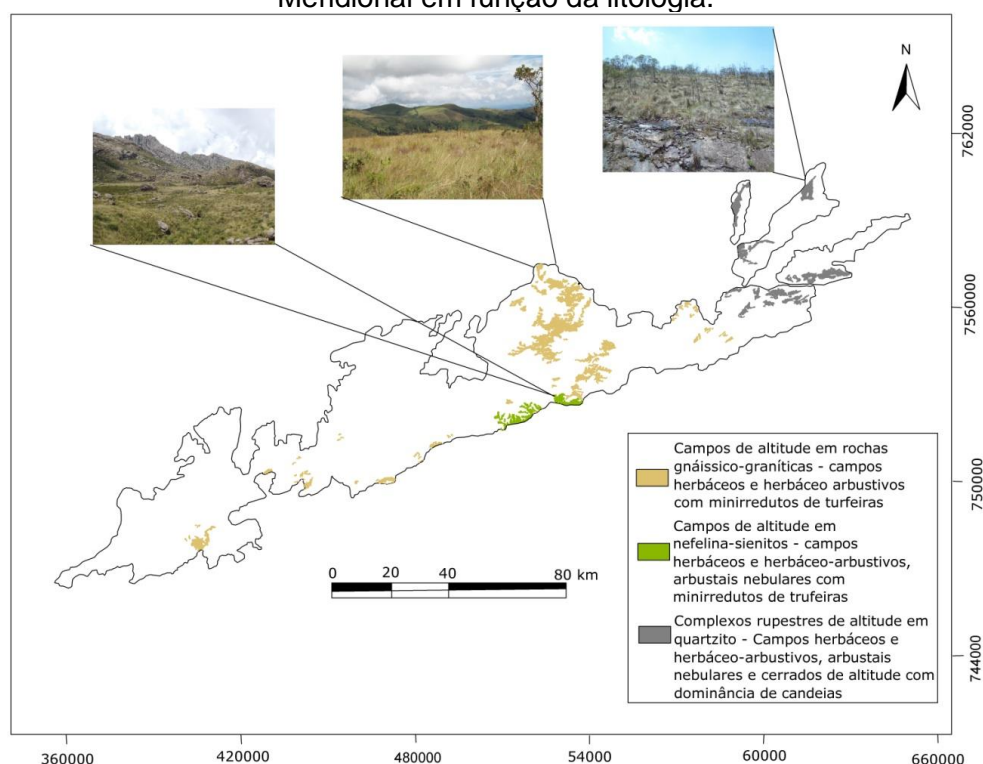
A elevação topográfica impõe diferentes condições ombrotérmicas, marcando uma zonação altitudinal da temperatura, e, por conseguinte, da vegetação. Ainda, influencia sobremaneira nos processos supérgenos de intemperismo e nas organizações erosivas e deposicionais. A partir da faixa crítica de 1600 metros, mais marcadamente acima de 1800 metros, as condições térmicas ficam cada vez mais restritivas ao desenvolvimento florestal, e as fitofisionomias de florestas ombrófilas mistas e densas altomontanas dão passagem às formações arbustivas (*scrubs*) e a campos mais abertos onde predomina o estrato herbáceo, arranjos estes amplamente constatáveis em campo. Embora as taxas de umidade e de radiação solar sejam elevadas nos altos patamares da Mantiqueira, as condições térmicas desaceleram o intemperismo químico, dando margem à ocorrência de solos imaturos e ricos em minerais primários, bem como à formação de horizontes hísticos em função da decomposição mais lenta da matéria orgânica, consubstanciando-se um substrato no qual os traços da tropicalidade encontram-se obliterados em alguns de seus aspectos fundamentais. Ainda, os altos declives determinam movimentos constantes do regolito, tanto em fluxos lentos como na forma de escorregamentos rotacionais,

translacionais e queda de blocos, processos adversos à evolução de mantos de alteração bem desenvolvidos, limitando o potencial ecológico e, por conseguinte, a instalação de corpos florestais macrofanerofíticos.

A ocorrência de redutos na forma de “ilhas enclavadas” em paisagens de natureza zonal foi enfocada por Sizykh (2016), sublinhando a importância das condições microecológicas para o crescimento da vegetação em cinturões de altitude, o que define importantes faixas ecotonais ao longo dos gradientes topográficos montanhosos perfazendo as zonas ambientais definidas pela elevação. Nesse sentido, o autor reconhece a eclosão de ecossistemas extrazonais (ou azonais) em meio aos cinturões zonais.

As condições topográficas e climáticas são, portanto, definidoras da ocorrência dos campos altimontanos. Tais formações, por sua vez, tem na litologia um contundente fator de diferenciação fitofisionômica, conforme verificado na figura 4. Em alguma medida, diferenciações florísticas também podem estar ligadas às diferenças físico-químicas do substrato.

Figura 04 - Diferenciação fitofisionômica regional dos campos altimontanos na Mantiqueira Meridional em função da litologia.

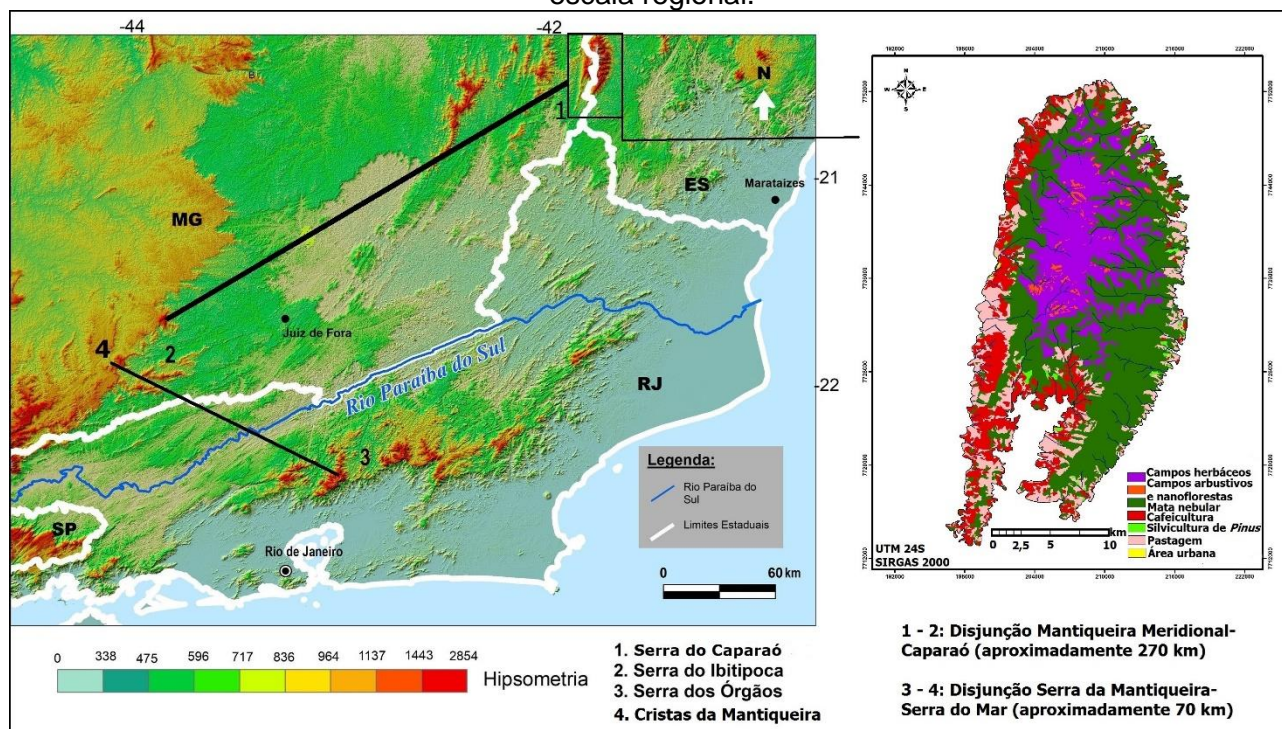


Fonte: Elaborado pelo autor.

Os mapas das figuras 3 e 4 revelam uma restrita continuidade dos campos pelas superfícies somitais desses tetos orográficos regionais, marcada por uma subdivisão em diferentes enclaves definidos pela rocha: campos em gnaiss-granitos, campos em sienitos e campos em quartzitos. Os dois primeiros são típicos campos altimontanos que se desenvolvem sobre solos predominantemente rasos e sobre a própria rocha na medida em que o ambiente se torna intolerante para as formas de vida florestais, enquanto o segundo apresenta índole eminentemente rupestre, podendo inclusive coexistir com bolsões florestais caso as condições morfopedológicas sejam favoráveis. De todo modo, essa variação contrastante no substrato é deveras influente nas diferenças fisionômicas dos campos altimontanos.

A conjugação de fatores que engendram os campos faz com que eles sejam muitas vezes fragmentários em seu próprio âmbito espacial, a semelhança de uma replicação fractal do padrão de distribuição disjunta dessas formações vegetais. Nessa discussão, o Caparaó avulta como importante balizador, uma vez que está posicionado disjuntamente em relação ao teto orográfico contínuo da Mantiqueira Meridional em aproximadamente 270 km em linha reta. A elevação relativamente contínua dessa estrutura antiformal define bem a passagem para os campos a partir do limiar altimétrico de 1500 metros (figura 5). Entretanto, na face voltada para leste as formações florestais ombrófilas visivelmente ganham mais espaço e atingem altitudes elevadas aproveitando-se das taxas mais servidas de umidade, por sua vez oriundas de duas fontes: a umidade atmosférica, proporcionada pela posição a barlavento dessas vertentes, e a umidade do substrato, favorecida também pela maior densidade de dissecação.

Figura 05 - Campos altimontanos na Serra do Caparaó, revelando a disjunção apreensível em escala regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os litotipos gnáissico-graníticos da Mantiqueira Meridional aportam campos de altitude em níveis altimétricos semelhantes ao do Caparaó. Ao longo das faixas interfluviais, porém, assumem distribuição descontínua em virtude dos controles tectono-erosivos que influenciam a morfogênese dos divisores e seus padrões altimétricos locais e regionais. O setor de distribuição mais contínua se verifica na Serra do Papagaio, entre Baependi e Aiuruoca, com projeção para sudoeste pelas cimeiras do pico dos Marins e do Itaguaré, conforme discutido por Gonçalves (2019), e no chamado Planalto de Campos do Jordão (Modenesi, 1984, 1988), já no estado de São Paulo.

Um enclave distinto em meio aos gnaisses e demais litotipos pré-cambrianos é dado pelos maciços alcalinos de Itatiaia e Passa Quatro, os corpos intrusivos cretáceo-paleocenos que sustentam as cristas mais elevadas do ramo meridional da Mantiqueira, emergentes em relação aos tetos orográficos adjacentes e nivelados aos topos da Serra do Caparaó. Suas superfícies de cimeira apresentam extensões mais aplainadas, favorecendo a formação de depressões com turfeiras ativas, às quais se vincula um campo higrófilo diretamente relacionado à saturação do lençol freático e à acumulação diferenciada de

matéria orgânica que as temperaturas mais amenas propiciam, apontadas nas análises laboratoriais destes solos. Ademais, fitofisionomias variegadas de campos herbáceos à nanoflorestas nebulares medram nos somitais ladeados por escarpas florestadas.

Enquanto variável diferenciadora, quartzitos já foram bastante discutidos em suas relações com os campos rupestres singulares aos quais se relacionam (Semir, 1981; Benites et al. 2003; Marques Neto, 2014). O estoque quartzítico mais extensivo da Serra da Mantiqueira está na extremidade nordeste do chamado ramo meridional, e baliza altas cristas dissecadas pela passagem do rio do Peixe, já no contexto da bacia do rio Paraíba do Sul onde a erosão tem se mostrado mais agressiva do que na bacia do rio Grande. Paixão et al. (2020) demonstraram que, na bacia do rio Paraíba do Sul, a agressividade erosiva é maior na parte NE e diminui no sentido SW, o que desvela uma aderência entre o regime erosivo e a geodinâmica do rifte sudeste e controles estruturais associados. Dessa forma, a vaga erosiva é obstaculizada pelas soleiras quartzíticas que sustentam as serras sobre as quais medram as formações de campos rupestres, em parte protegidas na Serra do Ibitipoca pela presença do Parque Estadual homônimo.

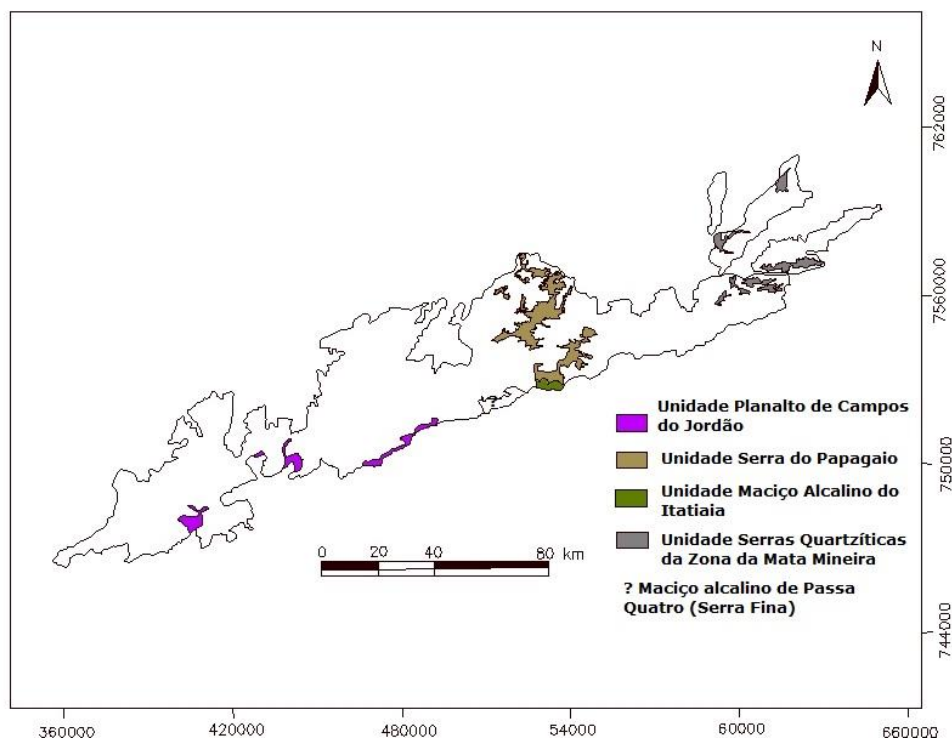
Os três grandes agrupamentos (campos sobre gnaisses-granitos, nefelina-sienitos e quartzitos), mais a disjunção do Caparaó, apresentam elementos de distinção e similaridade além dos aspectos fitofisionômicos supraexpostos. O padrão de distribuição em apreço também apresenta associações com elementos florísticos e faunísticos, alguns dos quais a serem discutidos.

Discussão: Similaridades, dissimilaridades e endemismos

As configurações espaciais verificadas nos domínios altimontanos em apreço sugerem uma diferenciação de cinco principais identidades biogeográficas (figura 6) a partir de evidências provindas tanto da biota vegetal como animal: (1) a Serra do Caparaó, isolada do conjunto das terras altas; (2) as serras quartzíticas da Zona da Mata mineira, ladeadas à estrutura contínua da Mantiqueira Meridional, mas em franco festonamento em função da erosão da malha hidrográfica capturada em direção ao rio Paraíba do Sul; (3) os maciços alcalinos de Itatiaia, compreendendo as maiores extensões herbáceas das *highlands* tropicais; (4) Serra do Papagaio, adjacente aos batólitos alcalinos, emoldurada em litotipos predominantemente gnáissico-graníticos; (5) Planalto de Campos do Jordão, compreendendo

as terras altas posicionadas a SW das intrusivas alcalinas, ao redor de Campos do Jordão, Camanducaia e Gonçalves.

Figura 06 - Unidades biogeográficas nos domínios altimontanos da Mantiqueira Meridional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A condição de área de endemismo da Serra do Caparaó lhe garante o status de unidade biogeográfica mesorregional. Espécies endêmicas de Euriocaulaceae ocorrentes no referido maciço (Trovó et al. 2007) sublinham essa propriedade. Além disso, o maciço do Caparaó é área de endemismo para Rodentia, com a ocorrência exclusiva dos pequenos roedores terrestres de pequeno porte *Akodon mystax* e *Bucepattersonius griserufescens* (Oliveira e Bovincino, 2006).

O maciço do Itatiaia também asila roedores endêmicos, como *Juliomys rimofrons*, também descrito por Oliveira e Bonvicino (2006) para a região do “Brejo da Lapa” (Itamonte, MG), no Parque Nacional do Itatiaia, ocorrendo em altitudes próximas a 2000 metros nas faixas de contato entre as florestas nebulares e os campos altimontanos. No conjunto das rochas sieníticas dos maciços de Itatiaia e Passa Quatro também se registra a ocorrência do microendêmico sapo-flamenguinho (*Melanophryniscus moreirae*).

No plano florístico, a região do Itatiaia é a única área conhecida para a espécie *Senna itatiaie*, pertencente à numerosa família das Leguminosae (Morin, 2006). Em conjunto, as serras do Itatiaia e do Ibitipoca aninham a Melastomataceae *Behuria parvifolia* (Barberena et al. 2008), restrita às zonas elevadas de floresta ombrófila densa e campos de altitude da Serra da Mantiqueira.

Pela mesma lente, os terrenos gnáissico-graníticos também podem ser reconhecidos pelo endemismo em Rodentia, reforçando a importância da referida ordem na interpretação dos arranjos zoogeográficos de altitude em função do seu forte imperativo microendêmico. Para a região de Delfim Moreira (MG), Leite (2003) descreveu a ocorrência de *Phyllomys mantiqueirensis* nas cimeiras que culminam com os picos Marins e Itaguaré, sublinhando importantes elementos de diferenciação biogeográfica nos campos do Caparaó, Itatiaia e no restante das terras altas da Mantiqueira.

A unidade biogeográfica dada pelos terrenos predominantemente gnáissico-graníticos também ostenta endemismos locais na flora. No Parque Estadual Serra do Papagaio, Mendonça (2017) encontrou duas espécies endêmicas: *Declieuxia humilis* (Rubiaceae) e *Praxelis minima* (Asteraceae), além de famílias recorrentes em áreas de altitude, como Poaceae, Melastomataceae e Orchidaceae. A referida unidade de conservação abrange uma extensa área contínua de campos de altitude no contexto da Serra do Papagaio, envolvendo também importantes ecótonos no contato campo-floresta que se estabelecem ao longo dos flancos escarpados.

As análises de similaridade aplicadas por Mendonça (2017) apontaram um coeficiente de 20% entre o Parque Estadual do Ibitipoca e a Serra Fina e de 17% em relação ao Itatiaia, o que a autora atrelou à proximidade entre as três áreas, formando uma continuidade de vegetação conservada no conjunto das terras altas. Os resultados foram superiores à similaridade florística inferior a 10% encontrada entre o Parque e a região de Monte Verde, a despeito da sustentação gnáissico-granítica das duas áreas. Nesse caso, as relações de proximidade suplantaram a influência da litologia na convergência de aspectos florísticos. Ainda assim, os baixos graus de similaridade reforçam se tratar de unidades biogeográficas distintas em escala regional.

A Serra Fina figura como a última estrutura geomorfológica pertencente ao que o Projeto RADAMBRASIL (Gatto et al., 1983) mapeou como Planalto do Itatiaia, ladeado ao Planalto de Campos do Jordão em orientação NE-SW bem marcada e tendo o distrito de

Monte Verde como uma área nuclear. A baixa similaridade encontrada por Mendonça (2017), a presença de *Rodentia* endêmico, além de cinco espécies de campos de altitudes apontadas por Meireles et al. (2014) como endêmicas do Planalto de Campos do Jordão, são elementos que sugerem um papel funcional das grandes elevações dadas pelas intrusões alcalinas como barreiras locais a influenciarem especiações e microendemismos. A maior similaridade entre a flora encontrada nas intrusivas alcalinas e na Serra do Papagaio insinua uma separação forjada nesses domínios ainda mais elevados que compõem o Planalto do Itatiaia. Embora a inconveniência da divisão geomorfológica regional em Planalto do Itatiaia e Planalto de Campos do Jordão tenha sido pautada por Marques Neto (2017), verifica-se que existe um nexo biogeográfico nessa delimitação mais antiga das *highlands* do Brasil Sudeste. Cumpre ainda, nessa agenda de trabalho, estudos mais sistemáticos e acurados para o maciço alcalino de Passa Quatro, separado do Itatiaia por brecha tectônica na qual se aloja o rio Capivari. Em vistas disso, sua unificação ou integração a alguma unidade biogeográfica interpretada permanece em aberto no âmbito dos resultados integralizados para o presente *paper*.

As cristas quartzíticas que definem a Serra do Ibitipoca, Serra Negra e Serra de Lima Duarte, embora não apresentem roedores e batráquios endêmicos, figuram como área de endemismo para espécies de Bromeliaceae e Orchidaceae. Mendonça (2017) chamou a atenção para a significativa similaridade entre a Serra do Ibitipoca e a vegetação ocorrente na Serra do Papagaio, considerando a área do parque estadual homônimo, destacando que grande parte das convergências florísticas se dá em espécies do Cerrado, o que sugere a existência pretérita de enclaves de cerrados na faixa das florestas atlânticas.

Indefectivelmente, o conjunto das altas cristas da Mantiqueira apresenta similaridades florísticas, conforme demonstrado por Mendonça (2017) e Gonçalves (2019) a partir de unidades amostrais representativas. Muitas espécies de famílias pan-tropicais como Poaceae, Euriocaulaceae, Cactaceae, Bromeliaceae, Lamiaceae, Orchidaceae, Melastomataceae, Asteraceae, entre outras numerosas, ocorrem extensivamente ao longo das terras altas. Entretanto, Mendonça (2017) reconhece um padrão geral dado pelo predomínio da dissimilaridade, apontando para o caráter único de áreas como a Serra do Papagaio, a Serra Fina, o maciço do Itatiaia e outros compartimentos da Serra da Mantiqueira. Os endemismos fito e zoogeográficos locais reforçam e corroboram tal caráter de unidade.

O Quadro 1 sintetiza os elementos acima discutidos, e que fundamentaram a comparação entre as áreas estimadas no âmbito do presente trabalho.

Quadro 01 - Síntese comparativa das unidades biogeográficas discernidas.

ÁREA	Endemismo da flora	Endemismo da fauna	Disjunção		Divergência fisionômica	Similaridade	
			Local	Regional		Alta	Baixa
Serra do Caparaó	X	X		X		X	
Serras quartzíticas da Zona da Mata mineira	X		X		X	X	
Maciço alcalino do Itatiaia	X	X	X		X		X
Serra do Papagaio	X						X
Planalto de Campos do Jordão	X	X					X

As unidades biogeográficas de altitude revelam uma significativa influência de ordem azonal nas configurações biogeográficas regionais. De forma geral, os processos geodinâmicos cenozoicos que promoveram o soerguimento da fachada atlântica no contexto do rifte Sudeste engendraram os pilares tectônicos que definem os tetos orográficos e as principais disjunções ocorrentes nos domínios cristalinos do sudeste brasileiro, propiciando a formação de áreas de endemismo no aludido contexto geomorfológico.

Conforme constatado, as variações litológicas provocam diferenciações nas assinaturas geoquímicas das superfícies somitais, ainda que geralmente fundadas em mantos de alteração de espessura restrita e ricos em minerais primários. Ainda assim, as delgadas formações superficiais apresentam alguma herança da composição química das rochas, com um domínio mais expressivo da fração arenosa no âmbito dos quartzitos, que também apresentaram uma menor saturação por bases e capacidade de troca catiônica mais baixa; assim ocorre na Serra do Ibitipoca, Negra e de Lima Duarte. Em domínio de sienitos e em gnaiss-granitos, a exemplo da própria Serra do Caparaó, verifica-se uma diminuição da fração argila da base em direção ao topo dos maciços, tal como ocorre com o teor de bases, embora as taxas de saturação tenham sido maiores, associadas a uma

distribuição granulométrica na qual as areias não são tão expressivas como se tem encontrado para os quartzitos.

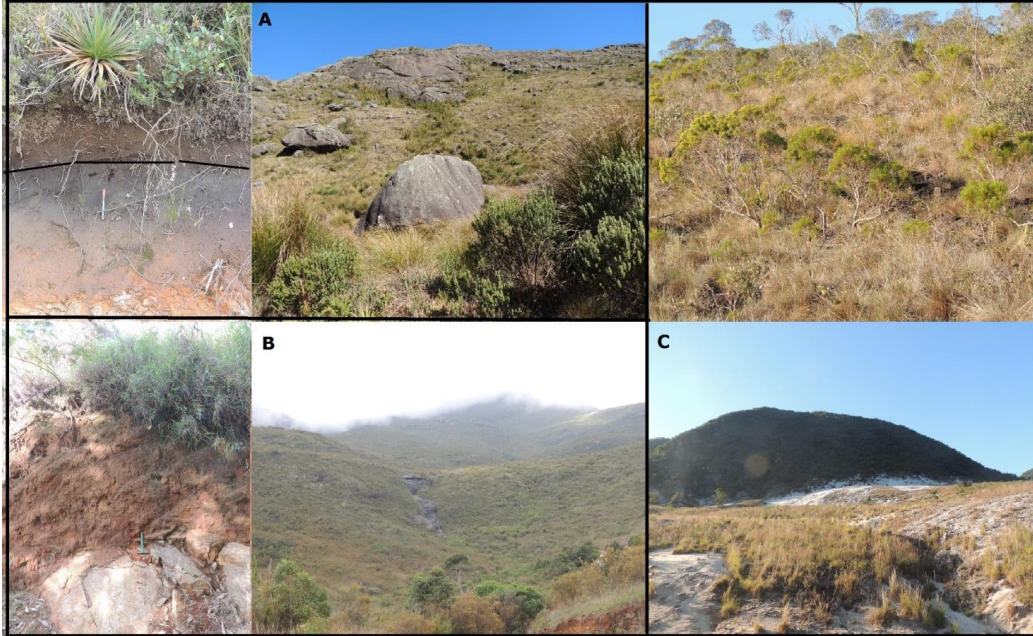
Decorre das influências do substrato divergências taxonômicas bem distintas nos quartzitos e sienitos, bem como uma convergência de fitofisionomias sobre gnaisse-granitos. Os quartzitos assumem sua conhecida fitofisionomia rupestre devido à natureza de um substrato resistente ao intemperismo químico e às neoformações. Os campos em nefelina-sienitos, por sua vez, respondem a um substrato mais rico em minerais ferro-magnesianos devido à presença de feldspatos alcalinos, biotita e clinopiroxiênios na rocha de origem, consubstanciando uma assinatura geoquímica que se associa a elevações extremas, a considerar os padrões altimétricos vigentes nas margens passivas tropicais.

Malgrado as variações no quadro geoquímico, discerníveis conforme as formações litológicas, possivelmente as principais diferenciações biogeográficas se devem muito mais às disjunções geradas por controle tectono-erosivo (soerguimento preferencial de blocos, diferença nas taxas de denudação) do que pela própria química de superfície. A interpretação exposta é reforçada pelos resultados apresentados por Mendonça (2017), que apontaram similaridades mais apreciáveis entre contextos gnáissico-graníticos e de nefelina-sienitos do que aquelas encontradas entre os domínios gnáissico-graníticos dos planaltos de Itatiaia e Campos do Jordão.

Desse modo, seja em função de uma maior influência climática (campos de altitude) ou de um controle edáfico mais bem marcado (campos rupestres), faz-se verossímil o controle tectono-estrutural (logo, azonal) na diferenciação de unidades biogeográficas de altitude. Tais fatores engendram unidades biogeográficas distintas, cumpre frisar, apenas no que concerne aos enclaves de altitude, não apresentando a mesma relação quando se olha para os domínios florestais das escarpas e patamares que ladeiam as superfícies de cimeira, por onde ocorrem cinturões zonais de florestas tropicais estacionais, mistas e ombrófilas.

A figura 7, a título de amostragem, expõe alguns arranjos fitofisionômicos entre as unidades biogeográficas propostas, bem como das coberturas de alteração associadas.

Figura 07 - (A) Vegetação herbácea intercalada a afloramentos em nefelina-sienitos no Parque Nacional do Itatiaia (foto central); ao lado esquerdo, perfil de solo com horizonte hístico bastante recorrente sob as formações campestres; ao lado direito, aspecto fitofisionômico dos campos altimontanos sobre nefelina-sienitos. (B) Campos herbáceo-arbustivos do Caparaó (foto central); à esquerda, colúvios argilosos em baixa vertente discordantes à rocha denotando intenso transporte gravitacional. (C) Campos herbáceo-arbustivos em quartzito com exposição de areias quartzosas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos teóricos que embasaram a presente discussão encontraram respaldo nos resultados obtidos. Os princípios da zonalidade\azonalidade são explícitos, engendrando enclaves nos cinturões intertropicais desprovidos de muitos traços fundamentais da tropicalidade, como a argilogênese profunda e a ampla decomposição da matéria orgânica. As paisagens se diferenciam não apenas de acordo com a altitude, mas também em função do substrato, suas diferentes assinaturas geoquímicas e processos tectono-erosivos vigentes. Nesses geoambientes eclodem autênticos orobiomas e litobiomas, definidores de incontestes paisagens de exceção caracterizadas por destacados geopatrimônios e valores socioambientais diversos. Na mesma medida, considera-se que as técnicas de campo, gabinete e laboratório executadas foram capazes de sustentar a discussão dos resultados trazidos à baila.

Reconhecivelmente, os litotipos subjacentes aos campos engendram grandes variações fitofisionômicas e arranjos fitossociológicos, uma vez que os diferentes processos supérgeos e as variações nos padrões de dissecação atuam na diferenciação dos geoambientes, o que repercute em variações nos habitats, nos arranjos florísticos e na própria paisagem. A distinção das unidades biogeográficas, entretanto, parece estar mais ligada às disjunções geradas por fatores tectono-erosivos, exercendo a química de superfície um papel secundário.

A importância dos movimentos epirogenéticos e dos processos denudacionais cenozoicos pode ser constatada, com efeito, pela situação de endemismo para alguns Rodentia. O fenômeno se verifica na disjunta Serra do Caparaó e no restante da Serra da Mantiqueira à revelia do substrato, mas fortemente condicionado aos compartimentos geomorfológicos emoldurados em diferentes blocos, sobressaindo-se como exemplos bastante flagrantes de fenômenos evolucionários regidos por vicariância. Os levantamentos epirogenéticos concernentes à tectônica tafrogênica regional e os processos denudacionais cenozoicos, distintamente, criaram barreiras e acentuaram os endemismos regionais e locais. A tectônica quebrante vinculada ao rifte continental definiu grandes amplitudes regionais, muito marcadas nos *horsts* da Serra do Mar e da Mantiqueira em relação ao gráben do rio Paraíba do Sul, forjando

uma disjunção que remete ao Eoceno. A erosão, por seu turno, rebaixou superfícies na região de Juiz de Fora e provocou a abertura de depressões interplanálticas na porção norte da bacia do rio Paraíba do Sul, cuja evolução erosiva vem ampliando paulatinamente a disjunção em relação às serras do Caparaó e Brigadeiro.

Dado o interesse histórico pelo quadro biofísico das terras altas do sudeste brasileiro, que remete aos naturalistas oitocentistas, é altamente recomendável o aprofundamento nos estudos filogenéticos em grupos taxonômicos estratégicos, a fim de correlacionar de forma mais precisa e absoluta os principais elementos concernentes à evolução morfológica e da paisagem regional e suas influências na evolução da biota de altitude, na determinação de suas tipicidades e no surgimento de seus endemismos. Para tanto, é necessária uma aproximação interdisciplinar mais orgânica entre o campo das geociências e das ciências biológicas, trazendo uma maior precisão para a filogeografia no concernente à evolução das áreas e ampliando os horizontes dos enfoques corológicos mais tradicionais a partir dos avanços filogenéticos mais recentes.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Brasil: paisagens de exceção**: o litoral e o Pantanal Mato-grossense: patrimônios básicos. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2006. 182p.
- BARBARENA F. F. V. A.; BAUMGRATZ, J. F. A.; CHIAVEGATTO, B. Melastomataceae do Parque Nacional do Itatiaia, sudeste do Brasil: tribos Bertolonieae e Merianieae. **Rodriguésia**, v. 59, n. 2, 381-392, 2008.
- BENITES, V. M. et al. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 76-85, 2003.
- COUTINHO, L. P. **Biomass brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 128p.
- CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimônio, morfodiversidade: pela afirmação do patrimônio geomorfológico strictu sensu. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 20, n. 3, p. 3-12, 2018.
- DIAS, H. C. T. **Geoambientes e pedogênese no Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte (MG)**. 2000, 76p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

DIAS, H. C. T.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; OLIVEIRA, A. P.; MICHEL, R. F. M.; LEMOS Jr. J. B. Caracterização de solos altimontanos em dois transectos no Parque Estadual do Ibitipoca (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 469-481, 2003.

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPQ: Coordenação Editorial, 1983. 305p.

FERRI, M. G. **Vegetação Brasileira**. São Paulo: Edusp, 1980, 75p.

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.

GONÇALVES, L. N. **Campos de altitude nos maciços Marins-Itaguaré, Serra da Mantiqueira SP/MG: composição florística, fitogeografia e estrutura da vegetação**. 2019, 109p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada à Conservação de Recursos Naturais), Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

GRAEFF, O. **Fitogeografia do Brasil: bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Nau Editora, 2015. 552p.

HIRUMA, S.K; RICCOMINI, C. Análise morfométrica em neotectônica: o exemplo do Planalto de Campos do Jordão. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, USP, v. 20, n. 1/2, p. 5-19, 1999.

ISACHENKO, A. G. **Principles of landscape science and Physical Geography Regionalization**. Melbourne, 311p, 1973.

JOLY, A. B. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: Polígono, 1970. 181p.

LEITE, Y, L. R. Evolution and systematics of the atlantic trees rats, genus *Phyllomys* (Rodentia, Echimyidae), with description of two new species. **University of California Press Publications in Zoology**, v. 32, p. 1-18, 2003.

MARQUES NETO, R. Biogeografia dos complexos rupestres de altitude em quartzito no Sul de Minas Gerais. **Geografia**, v. 39, n. 3, p. 511-523, 2014.

MARQUES NETO, R. Campos na Zona da Mata: fatores zonais e azonais na composição fitogeográfica do município de Lima Duarte (MG). **Geosp – Espaço e Tempo**, v. 21, n. 1, p. 128-216, 2017.

MARQUES NETO, R. O *horst* da Mantiqueira Meridional: proposta de compartimentação morfoestrutural para sua porção mineira. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 3, p. 561-577, 2017.

MARQUES NETO, R. (2022) Enclaves, relictos e redutos: a complexidade das paisagens de exceção na Zona da Mata mineira. In: MARQUES NETO, R.; BATELLA, W. B.; MILANEZ, B (orgs.) **Dinâmicas geográficas na Zona da Mata mineira**. Curitiba: CRV:

MEIRELES, L. D.; KINOSHITA, L. S.; SHEPERD, G. J. Composição florística da vegetação altimontana do distrito de Monte Verde (Camanducaia, MG), Serra da Mantiqueira Meridional, sudeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 56, n. 4, p. 831-859, 2014.

MENDONÇA, J. G. F. **Campos de altitude do Parque Estadual Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil: composição florística, fitogeografia e estrutura da vegetação**. 2017, 112p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada à Conservação de Recursos Naturais), Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

MODENESI, M. C. Intemperismo e morfogênese no Planalto de Campos do Jordão (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 10, p. 213-225, 1980.

MODENESI, M. C. Evolução quaternária de uma montanha tropical: o Planalto de Campos do Jordão. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 5, n. ½, p. 7-13, 1984.

MODENESI-GAUTIERRI, 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.

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

MORIM, M. P. Leguminosae arbustivas e arbóreas da floresta atlântica do Parque Nacional do Itatiaia, sudeste do Brasil: padrões de distribuição. **Rodriguésia**, v. 57, n. 1, p. 27-45, 2006.

NOVO, T. A.; NOCE, C. M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; BATISTA, G. A. P. Rochas granulíticas da Suíte Caparaó na região do Pico da Bandeira: embasamento oriental do orógeno Araçuaí. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 70-77, 2011.

OLIVEIRA, J. A.; BONVINCINO, C. R. Ordem Rodentia. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Eds.) **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Nélío R. dos Reis, 2006. 437p.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L.; VIANA, P. L.; VALENTE, A. S. M.; SALIMENA, F. R. G.; FERREIRA, F. M. O mosaico de fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca. In: FORZZA, R. C.; MENINI NETO, L.; SALIMENA, F. R. G.; ZAPPI, D. (Orgs.) **Flora do Parque Estadual do Ibitipoca e seu entorno**. Juiz de Fora: Ed. da UFJF, 2013. 382p.

PAIXÃO, R. W.; SALGADO, A. R. A.; FREITAS, M. M.; ALMEIDA, J. C. H. Possibilidade de endorreísmo e capturas fluviais na morfogênese da bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 4, p. 821-834, 2020.

REZENDE, E. A.; SALGADO, A. A. R.; SILVA, J. R.; BOURLÈS, D.; BRAUCHER, R.; LÉANNI, L. Fatores controladores na evolução do relevo no flanco NNW do rif continental do sudeste do Brasil: uma análise baseada na mensuração de processos denudacionais de longo-termo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 2, p. 221-234, 2013.

RICCOMINI, C. **O rift continental do sudeste do Brasil**. São Paulo, 1989. 256p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1979, 374p.

SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais: tensões intraplaca, descontinuidades crustais e morfogênese**. Belo Horizonte, 1991. 285p. Tese (Professor Titular), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.

SILVA, T. P.; MELLO, C. L. Reativações neotectônicas na Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul (sudeste do Brasil). **Revista do Instituto de Geociências**, v. 11, n. 1, p. 95-111, 2011.

SEMIR, J. **Revisão taxonômica de *Lychnophora* Mart. (Vernoniaceae: Compositae)**. 1991. 515p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). UNICAMP, Campinas, 1991.

SIZYCH, A. P. Zonality, interzonality, high belts and extrazonality in the vegetation structure (some metodological aspects). **Open Acess Library Journal**, v. 3, p. 1-7, 2016.

TROVÓ, M.; SANO, P. T.; COSTA, F. N.; GIULLIETE, A. M. Flora fanerogâmica do Parque Nacional do Caparaó: Eriocaulaceae. **Pabstia**, v. 17, p. 2-8, 2007.

WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 325p, 1984

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**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 269-300, 2005.

NOTAS DE AUTOR

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Roberto Marques Neto - Concepção. Coleta de dados, Análise de dados, Elaboração do manuscrito, revisão e aprovação da versão final do trabalho

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

HISTÓRICO

Recebido em: 28-09-2023

Aprovado em: 13-04-2024