



Paisagens dominantes e de exceção: proposta de Índice de Nuclearidade da Paisagem (INP) para identificação de enclaves e redutos

Roberto Marques Neto¹  

Destaques

- Paisagens dominantes e de exceção apresentam aptidões distintas.
- O Índice de Nuclearidade da Paisagem (INP) permite distinguir paisagens dominantes e paisagens de exceção.
- Diferenciar paisagens nucleares, transicionais e enclaves\redutos é fundamental para o planejamento.

Resumo: Baseado na premissa da interatividade espacial entre paisagens dominantes e enclaves, o presente artigo tem por objetivo apresentar um Índice de Nuclearidade da Paisagem (INP), obtido pela associação de diferentes variáveis, cuja interação diferencia as paisagens nucleares dos enclaves de exceção. A proposta teve como base empírica a bacia do rio do Salto (Brasil Sudeste), caracterizada por pronunciada amplitude altimétrica que determina uma distribuição dos geossistemas em zonação altitudinal. Os resultados apontaram que os enclaves emergem nas principais elevações regionais, onde as condições climáticas e edáficas são restritivas para os ecossistemas florestais regionalmente dominantes. A diferenciação entre paisagens nucleares e de exceção também encontra respaldo na distribuição dos geossistemas, estando os enclaves ligados aos geossistemas de natureza azonal e as áreas nucleares aos geossistemas controlados pela zonalidade climática. Ainda, a cartografia do índice é aderente à compartimentação funcional da paisagem, mostrando a conectividade entre os enclaves altimontanos e as paisagens intermontanas dominantes.

Palavras-chave: Paisagem nuclear; paisagem de exceção; enclaves altimontanos; grupos de fácies; geossistema.

¹ Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora.



Este artigo está licenciado com uma licença Creative Commons

DOMINANT AND EXCEPTION LANDSCAPES: A PROPOSAL FOR A LANDSCAPE NUCLEARITY INDEX (LNI) TO IDENTIFY ENCLAVES AND REDOUBTS

Abstract: Based on the premise of spatial interactivity between dominant landscapes and enclaves, this article aims to present a Landscape Nuclearity Index (LNI), obtained by the association of different variables, whose interaction differentiates the nuclear landscapes of exception enclaves. The proposal used as its empirical basis the Salto river basin (Southeastern Brazil), characterized by a sharp altimetric amplitude that leads to a geosystem distribution in altitudinal zonation. The results indicate the enclaves emerge in the main regional hills, where weather and edaphic conditions restrict the regionally dominating forest ecosystems. The differentiation among nuclear and exception landscapes is also supported by the distribution of geosystems, with enclave being more connected to azonal geosystems, and nuclear areas to geosystems controlled by climate zonation. Also, the index's cartography adheres to the functional landscape compartmentation, showing the connectivity between upper montane enclaves and dominant intermontane landscapes.

Keywords: Nuclear landscape; exception landscape; upper montane enclaves; facies groups.

PAISAJES DOMINANTES Y EXCEPCIONALES: PROPUESTA DE UN ÍNDICE DE NUCLEARIDAD PAISAJÍSTICA (INP) PARA IDENTIFICAR ENCLAVES Y REDUCTOS

Resumen: Partiendo de la premisa de la interactividad espacial entre paisajes dominantes y enclaves, este artículo pretende presentar un Índice de Nuclearidad del Paisaje (INP), obtenido mediante la asociación de diferentes variables, cuya interacción diferencia los paisajes nucleares de los enclaves excepcionales. La propuesta se basó empíricamente en la cuenca del río Salto (sureste de Brasil), caracterizada por una amplitud altimétrica pronunciada que determina una distribución de geosistemas en zonificación altitudinal. Los resultados mostraron que los enclaves surgen en las principales elevaciones regionales, donde las condiciones climáticas y del suelo son restrictivas para los ecosistemas forestales dominantes a nivel regional. La diferenciación entre paisajes nucleares y paisajes excepcionales se apoya también en la distribución de los geosistemas, con enclaves vinculados a geosistemas de carácter azonal y áreas nucleares a geosistemas controlados por la zonificación climática. Además, la cartografía índice se adhiere a la compartimentación funcional del paisaje, mostrando la conectividad entre los enclaves de alta montaña y los paisajes intermontanos dominantes.

Palabras clave: Paisaje nuclear; paisaje excepcional; enclaves de las tierras altas; grupos de facies; geosistema.

INTRODUÇÃO

Diferentes tradições geográficas no estudo da paisagem se voltam para o reconhecimento e diferenciação de áreas segundo suas tipicidades e suas particularidades, considerando suas dominâncias e suas exceções. Desde a emergência da *landschaft* humboldtiana e seu princípio de unidade subjacente, o

espaço geográfico terrestre é interpretado integradamente segundo seus princípios universais e particulares. A zonação altitudinal expressa no modelo da *naturgemälde* de Humboldt (1769-1859) vai figurar nessa construção como balizador metodológico fundamental para interpretação das relações gerais e dos fatores particulares que engendram as variações, nesse caso organizadas em cinturões de altitude. Os próprios “Quadros da Natureza”, que alegorizam o título de uma de suas obras, definem uma perspectiva geral da paisagem, apreendida do alto e com considerável abrangência escalar captável pela visada do pesquisador, e uma perspectiva vista de baixo, captada do chão e voltada para o reconhecimento e interpretação das especificidades vistas em escala de detalhe e contidas nas tipologias mais gerais.

As primeiras sínteses humboldtianas figuraram como importante substrato no estabelecimento dos princípios de zonalidade e azonalidade tangentes à diferenciação das paisagens terrestres, tanto a partir de enfoques genético-evolutivos como dinâmico-funcionais, conforme veio a ser posteriormente estruturado por Isachenko (1973) e Seidych (2016). A paisagem e seus atributos formadores variam em função da latitude, definindo-se grandes cinturões físico-geográficos dispostos segundo um arranjo latitudinal, bem como em função de controles que não são propriamente dados pelas latitudes e processos hidrotérmicos associados. Os primeiros princípios adotados por V. Dokouchaev (1846-1903) para classificação dos solos tem flagrante influência nessas formulações, internalizados na diferenciação entre solos zonais, azonais e intrazonais.

As paisagens terrestres, portanto, apresentam áreas nucleares, caracterizadas pela tipicidade máxima daquela zona climática, bem como enclaves e zonas de transição, espaços marcados pela perda progressiva da tipicidade dominante. Essa racionalização está no cerne da proposição de Aziz N. Ab’Sáber (1924-2012) para os domínios morfoclimáticos e de natureza (Ab’Sáber, 2003), definidores de macroespaços do território brasileiro segundo uma relação entre clima, relevo e cobertura vegetal. De acordo com o categorizado geógrafo brasileiro, um domínio é dado por uma família predominante de ecossistemas interceptada por enclaves que destoam da estrutura regional dominante. Em grande medida, correspondem aos litobiomas, pedobiomas e orobiomas que

partilham da proposição de Walter (1984), pela qual tais redutos ocorrem encravados em espaços maiores compatíveis com as condições hidrotérmicas da zona climática em questão (zonobiomas), respondendo a controles dados pela rocha, solos e relevo, respectivamente.

Na distinção entre paisagens dominantes ou nucleares e espaços de exceção, diferentes nomenclaturas têm sido atribuídas, e expressões como enclaves, redutos, paisagens de exceção, entre outros, partilham do plantel terminológico. Faixas transicionais, por seu turno, também tendem a destoar das paisagens dominantes e contam com designações recorrentes com conotações tanto espaciais como funcionais, como corredores indiferenciados (Ab'Sáber, 1977), zonas de tensão ecológica (Veloso; Rangel Filho; Lima, 1991; IBGE, 2004) ecótonos, clines (Neiff, 2003; Odum; Barret, 2008), etc.

Enclave é um termo polissêmico que pode designar uma série de situações de exceção dentro de um arranjo dominante: enclaves econômicos, urbanos, sociais, culturais, étnicos, entre outros tantos. No campo da Geografia Física e dos estudos integrados da paisagem, enclaves figuram como redutos circunscritos em uma paisagem dominante e geralmente cercado por suas estruturas gerais. Podem ter significado edáfico ou mesmo de relíquia paleoclimática, com exemplos que sobejam: campos rupestres sobre litotipos específicos como quartzitos; campos de altitude formando redomas acima das faixas altimétricas não toleradas por formas de vida florestal; veredas, macaubais e carnaubais adstritos às savanas do Cerrado brasileiro e áreas de transição; campinaramas edaficamente determinadas nas florestas equatoriais amazônicas; ipucas sobre ambientes mal drenados, entre tantos outros.

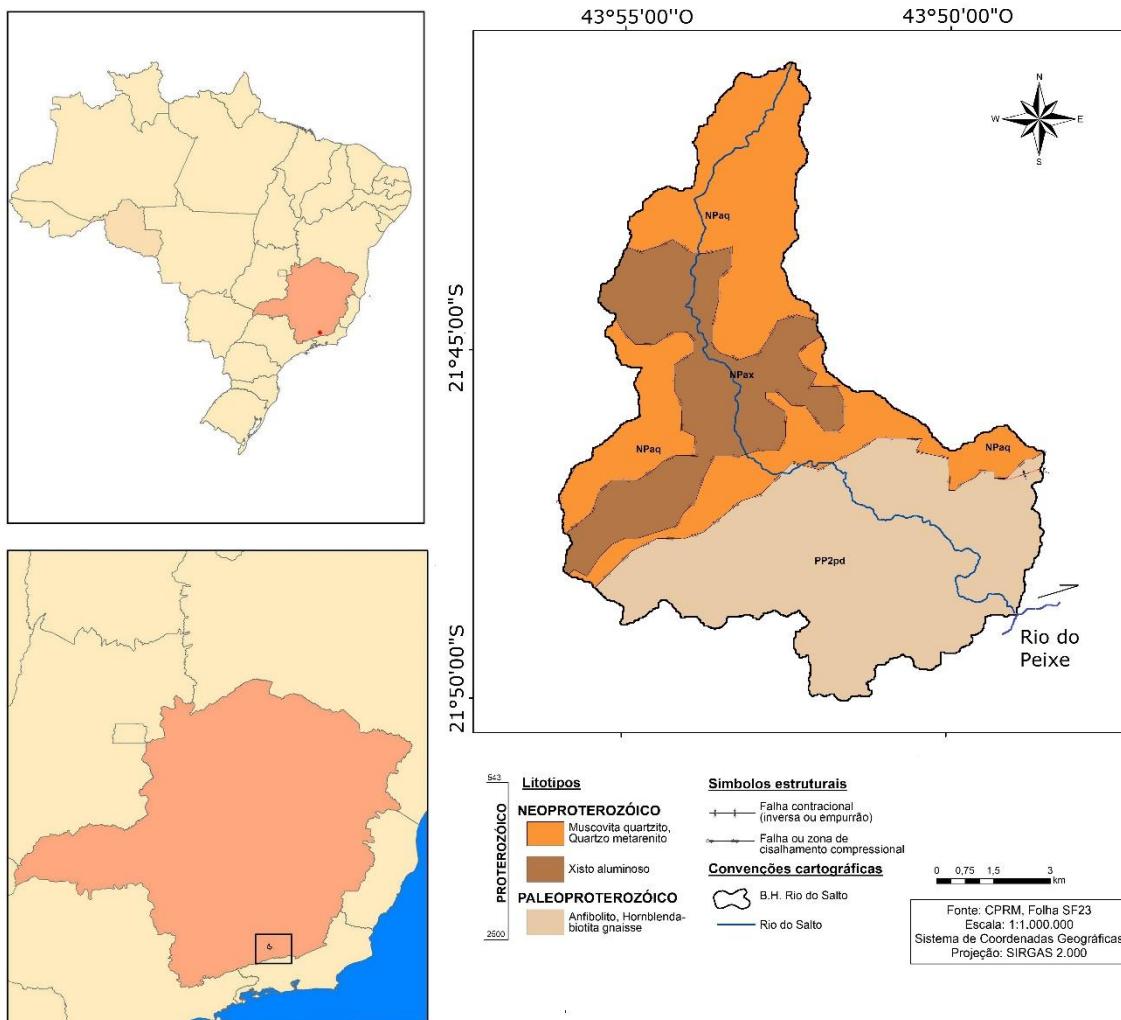
Embora o estudo de paisagens de exceção e enclaves tenha encontrado lugar na pesquisa geográfica, ainda faltam abordagens metodológicas aplicadas à cartografia da paisagem e adequadas para representar em mapa tais variações no espaço. Diante disso, o presente artigo tem por objetivo apresentar uma proposta metodológica pautada na construção e aplicação do Índice de Nuclearidade da Paisagem (INP), com demonstração na bacia hidrográfica do rio do Salto, pertencente à bacia do rio Paraíba do Sul (sudeste do Brasil) (figura 1), selecionada em função de agregar paisagens típicas de grande dominância no

domínio tropical atlântico brasileiro, bem como importantes enclaves de significado azonal.

A organização dos geossistemas na bacia do rio do Salto é complexa, uma vez que a mesma apresenta significativa variação altimétrica que alcança quase 1000 m de amplitude, com zonação altitudinal perpassando terrenos intermontanos na porção centro-sul da bacia e altimontanos no setor norte, que engendram mudanças substanciais nos aspectos estruturais e dinâmicos. Os terrenos altimontanos perfazem divisores entre as bacias hidrográficas do rio Grande e do rio Paraíba do Sul correspondentes à extremidade nordeste da estrutura montanhosa da Serra da Mantiqueira Meridional, ao passo que as áreas intermontanas estão contidas no conjunto de morrarias alongadas e convexas e baixas cristas da Zona da Mata mineira. Ambos os sistemas geomorfológicos se inserem no domínio dos “mares de morro” florestados (Ab’Sáber, 2003). Todavia, as paisagens de exceção altimontanas são emolduradas em quartzitos, definindo geoformas cársticas e ambiente litólico recobertos por campos rupestres em clima tropical de altitude, ao passo que nos domínios intermontanos eclodem essencialmente as paisagens típicas do domínio, formadas por morrarias convexas e originalmente recobertas por florestas semidecíduas sobre Latossolos, organizações estas mais compatíveis com o clima tropical sazonal regionalmente dominante.

A bacia do rio do Salto, juntamente à sua base geológica, pode ser apreendida na figura 1.

Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio do Salto (MG): localização e base geológica



Fonte: CPRM - Folha SF 23 (2022)
Elaborado pelo autor (2025)

MATERIAIS E MÉTODOS

Fase 1 - Levantamento das variáveis estimadas

Propõe-se no escopo do presente artigo um índice que quantifica o quanto a paisagem se aproxima de sua maior tipicidade regional. Para tanto, é necessário que sua operacionalização seja flexível, permitindo organizar a informação de acordo com as características da paisagem regional, seguindo uma mesma lógica e padrão. Dessa forma, sua aplicabilidade depende do conhecimento acerca das características regionais, bem como de uma base de dados (bibliográficos, cartográficos e\ou laboratoriais) empiricamente fundamentados acerca dos atributos essenciais da paisagem. Ainda, é providencial que a análise tenha por

referência as grandes regionalizações físico-geográficas do país ou região em apreço, o que vai ajudar a definir quais atributos são típicos e quais destoam do padrão vigente na região, domínio, província ou qualquer macroárea que o valha.

A lógica fundante da presente proposta consiste na atribuição de valores a serem distribuídos conforme a congruência\incongruência entre a área analisada e o padrão regional das paisagens dominantes. A base do trato quantitativo propõe que sejam arbitrados valores de 1 a 5 para cada atributo da paisagem considerado de acordo com sua convergência ou discrepância em relação ao padrão regional, onde o valor 5 indica plena aderência ao padrão e o valor 1 a maior incongruência possível dentro do universo cotejado.

No ensaio aqui apresentado, foram considerados oito atributos, quais sejam: neoformação mineral dominante; tipo de solo dominante; precipitação média anual; temperatura média anual; tipo de relevo dominante; tipo de vegetação dominante; categoria fluvial e material majoritariamente transportado. Os procedimentos gerais adotados para o levantamento dos atributos em questão são descritos a seguir.

Os minerais neoformados foram reconhecidos em campo, com amostragens coletadas e submetidas à difração em raio-X para as devidas análises mineralógicas, após a separação da fração argilosa. O equipamento utilizado foi um difratômetro da marca *Brunker*, modelo D8 *Advance*, e os resultados lidos no software *Difrac.commander*.

Os solos foram compilados a partir dos mapeamentos de Rocha (2012), que cobrem parcialmente a bacia do rio do Salto. A porção faltante foi completada por trabalhos de campo para reconhecimento e descrição macromorfológica de perfis amostrais, onde foram coletadas amostras dos diferentes horizontes para análises químicas (protocolo *Melinch*) e granulométricas a fim de embasar as classificações complementares. Os ensaios foram executados no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Lavras. Dada a extensão do artigo, os boletins e gráficos provenientes das análises das coberturas superficiais não foram apresentados devido ao espaço demasiadamente significativo que ocupam.

Os dados climáticos foram compilados a partir do banco de dados disponibilizados no portal do *Climate Chelsa* (<https://pt.climate-data.org/america-do-norte/estados-unidos-da-america/massachusetts/chelsea->

18925/). Foram interpretados os dados de precipitação e temperatura considerando as médias mensais para o período compreendido entre 1991 e 2021, levando em conta a reclassificação disponível para uma localidade concernente à alta bacia (Conceição do Ibitipoca), uma compreendida na média bacia (São José dos Lopes) e, por fim, dados condizentes com a baixa bacia (Lima Duarte).

A respeito do relevo, foi realizado o mapeamento geomorfológico da área, pautando a compartimentação a partir dos padrões de formas semelhantes segundo o modelo de Ross (1992), classificados segundo os tipos genéticos denudacionais e agradacionais. A nomenclatura das morfologias denudacionais foi estabelecida a partir da quantificação de parâmetros morfométricos, notadamente a dimensão interfluvial e a profundidade de dissecação.

O mapeamento da vegetação partiu da classificação do uso da terra e cobertura vegetal a partir de imagens TM-Landsat 8 (bandas 5, 4 e 3) pelo protocolo de máxima verossimilhança em ArcGIS. Primeiramente, as formações florestais foram dissociadas das vegetações campestres altimontanas, sendo em seguida classificadas segundo a proposta do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, sistematizada por Veloso, Rangel Filho e Lima (1991).

As tipicidades fluviais e o tipo de carga transportada foram reconhecidas em campo, percorrendo-se a bacia em todos os compartimentos de relevo e ao longo do tronco coletor principal. Os pontos de observação e controle foram georreferenciados em GPS (modelo Etrex da Garmin) e identificados sobre a drenagem nas bases cartográficas para o reconhecimento da distribuição espacial dos padrões fluviais e de sua carga sedimentar.

Fase 2 - Associação das variáveis e geração do Índice de Nuclearidade da Paisagem (INP)

A bacia hidrográfica na qual o índice foi testado está compreendida no conjunto dos planaltos cristalinos do Brasil Sudeste, notadamente no domínio dos “mares de morros” florestados de Ab’Sáber (2003). Assim sendo, a construção da chave de valores se organizou a partir das ocorrências na aludida região físico-geográfica, entrecruzando os atributos definidores de sua tipicidade e os atributos encontrados nos enclaves.

A área de estudo foi dividida em células quadráticas de 500 m × 500 m, e em cada célula foram arbitrados valores para as diferentes variáveis consideradas. Conforme mencionado anteriormente, foram atribuídos valores de 1 a 5 para cada variável, sendo que quanto maior o valor mais a espacialidade em questão se aproxima do tipo de paisagem dominante. A distribuição dos valores se deu conforme o quadro 1.

Quadro 1 - Atributos da paisagem considerados e valores arbitrados

Atributo	Valor
NEOFORMAÇÃO MINERAL	
Caulinita	5
Gibsita	4
Goethita	3
Montmorilonita	2
Clorita	1
SOLO DOMINANTE	
Latossolo	5
Argissolo	4
Nitossolo	3
Cambissolo	2
Neossolo\Gleissolo	1
PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (mm)	
1200 – 1500	5
1000 – 1200	4
1500 – 1800	3
> 1800	2
< 1000	1
TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (°C)	
20 – 22	5
22 – 24	4
18 – 20	3
> 24	2
< 18	1
RELEVO DOMINANTE	
Morros convexos homogeneamente dissecados	5
Morros alongados em controle estrutural	4
Cristas e escarpas de falha ou herdadas de falha	3
Colinas	2
Planícies e terraços	1
VEGETAÇÃO	
Floresta ombrófila e estacional semidecidual	5
Floresta ombrófila densa altomontana	4
Floresta ombrófila mista	3
Arbustais nebulares de altitude	2
Campos rupestres	1

REGIME FLUVIAL E MATERIAL TRANSPORTADO	
Perenes\materiais finos em suspensão	5
Perenes\materiais clásticos	4
Intermitente\materiais finos	3
Intermitente\materiais clásticos	2
Efêmero	1

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Após a distribuição da malha de valores, cada variável da paisagem foi considerada como um valor específico ($x_1, x_2 \dots x_7$), posteriormente associados por somatória conforme a expressão abaixo, considerando para a presente demonstração o valor $n = 7$ (correspondente a sete variáveis da paisagem estimadas).

$$INP = \frac{x_1+x_2+\dots+x_7}{n} \quad \text{ou} \quad \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

Por fim, os valores encontrados para cada célula foram interpolados a partir de *krigagem* em ArcGIS, gerando-se um documento cartográfico que diferencia a bacia de acordo com sua convergência\divergência em relação às paisagens dominantes, expressando assim o quanto e em que contexto espacial a área de estudo figura como expressão nuclear (ou área *core*), bem como os possíveis enclaves ou áreas de transição ocorrentes. Tal como os produtos cartográficos das variáveis paisagísticas que alimentaram o índice, a espacialização do mesmo foi gerada e apresentada em escala de 1\50.000.

Fase 3 - Relações com aspectos estruturais e dinâmico-funcionais da paisagem

A discussão do índice foi elaborada considerando o arranjo estrutural e dinâmico-funcional da paisagem, procurando interpretar os resultados em consonância à inter-relação entre os atributos componentes e às organizações gerais dos fluxos de matéria e energia e suas conectividades.

A estrutura horizontal da paisagem, entendida como o arranjo dos mosaicos no espaço, definidos e diferenciados a partir da inter-relação entre seus componentes (Rodriguez et al. 2010), foi interpretada a partir da concepção teórico-metodológica geossistêmica, tratada a partir dos postulados da matriz russo-soviética (Sochava, 1971; 1977; 1978). As variáveis levadas em conta foram

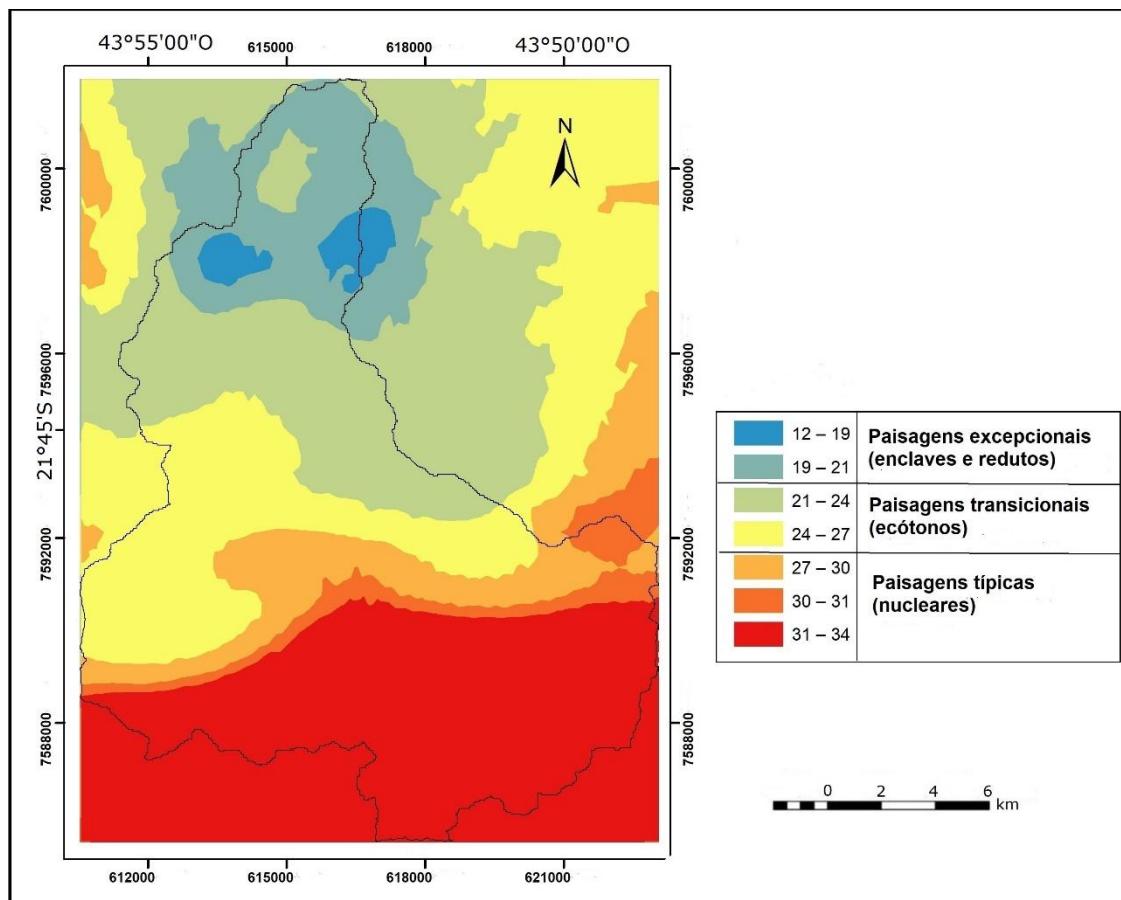
a base geológica, o relevo, os solos, os estilos fluviais (Brierley; Fryirs, 2005), a cobertura vegetal e o uso da terra, cujo levantamento foi contextualizado na primeira etapa dos procedimentos metodológicos. A base de mapeamento se estabeleceu nos grupos de fácies, tipicidades que se arranjam na fileira dos geômeros e que melhor representam os mosaicos que se integram nos geossistemas regionais (macrogeócoros).

A interpretação de aspectos dinâmico-funcionais se deu pela perspectiva da geoquímica da paisagem, a partir da organização que encadeia as *paisagens autônomas* (eluviais), que recebem matéria e energia diretamente da atmosfera, armazenada e emitida para as *paisagens subordinadas*, transmissoras e receptoras de matéria e energia (transeluviais, transacumulativas, acumulativas, subaquáticas) (Ballesteros, 1991; Mirelan et al. 2006). De acordo com essa lógica, os setores eluviais foram definidos nos topos e faixas interfluviais preservadas de baixo declive. Setores transeluviais são definidos por vertentes de declive variável capazes de proporcionar transformação *in situ* e transporte do regolito; as áreas transacumulativas são as que consorciam transporte e acumulação, ao passo que as estritamente acumulativas são dadas pelos compartimentos agradacionais de fundo de vale. Dessa forma, foi realizada uma compartimentação geoquímica fundamentada na compartimentação geomorfológica e nos aspectos físico-químicos das coberturas de alteração, informações estas obtidas na primeira fase da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A ESPACIALIZAÇÃO DAS PAISAGENS NUCLEARES E DE EXCEÇÃO E SEUS SIGNIFICADOS

A execução do modelo proposto resultou em um melhor ajuste definido em sete classes de nuclearidade da paisagem, dispostas segundo cinturões de altitude (figura 2). As áreas mais nucleares correspondem às seções média e baixa da bacia, e os setores mais destoantes das paisagens regionalmente dominantes encontram-se nos terrenos altimontanos, compreendendo a alta bacia.

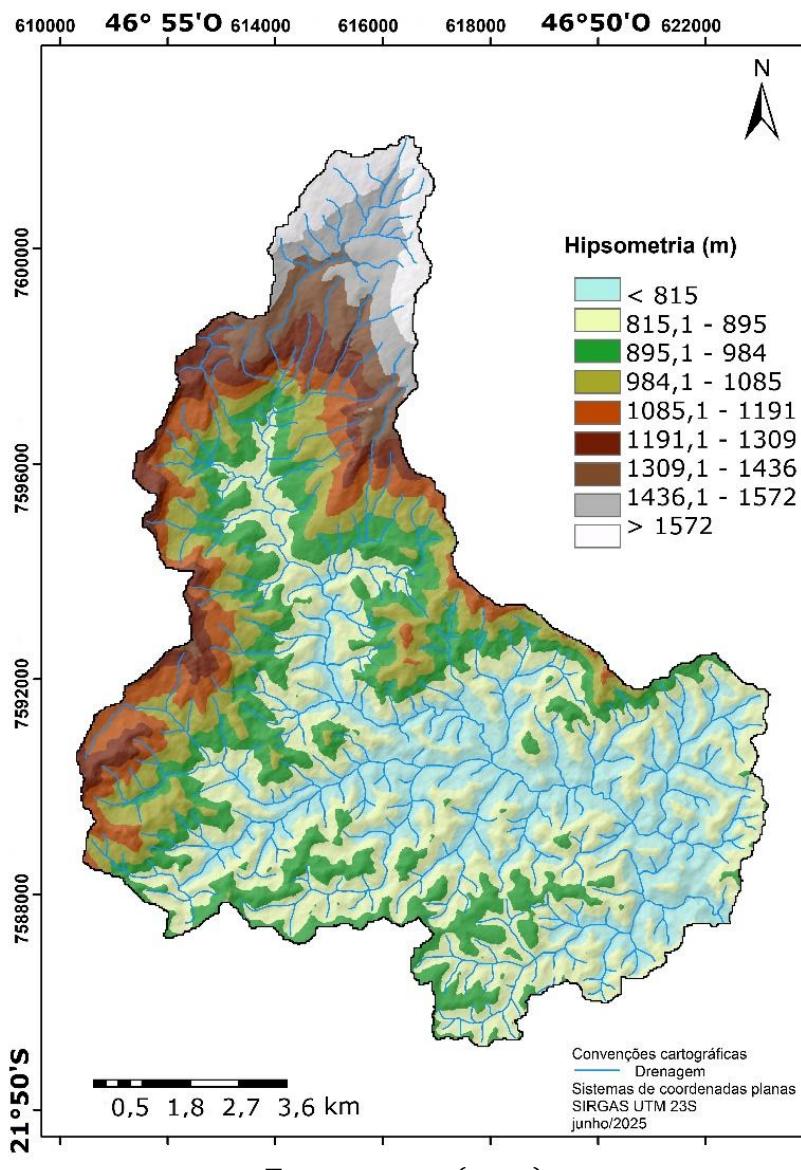
Figura 2 - Espacialização do Índice de Nuclearidade da Paisagem (INP) para a bacia do rio do Salto, sudeste do Brasil



Fonte: o autor (2025)

A paleta de cores adotada para o mapa espacializa com boa precisão nas cores mais quentes, entre vermelho e laranja, as áreas mais nucleares, e, nas cores mais frias, os enclaves de exceção. A matiz amarelada que intercepta a parte central da bacia é aderente à faixa que marca a transição entre as paisagens nucleares intermontanas e os enclaves altimontanos. O mapa hipsométrico mostrado na figura 3 auxilia a visualização dos referidos domínios (almontano e intermontano), bem como os cinturões de altitude correspondentes à faixa transicional.

Figura 3 - Bacia do rio do Salto: hipsometria



Fonte: o autor (2025)

As faixas em vermelho e laranja apresentam sobreposição com o domínio das morrarias convexas interplanálticas, onde os mantos de alteração são mais desenvolvidos e com assinatura geoquímica mais argilosa, com predomínio da caulinita. A fitofisionomia concernente a tais ambientes é dada por florestas estacionais semidecíduas, formação das mais copiosas nos planaltos posicionados na retaguarda dos grandes escarpamentos da fachada atlântica brasileira, onde a sazonalidade é mais bem marcada. Florestas sobre Latossolos em morfologias convexas figuram como a estruturação dominante da paisagem

nos planaltos cristalinos da margem rifte sudeste (sensu Riccomini, 1988) submetidas a clima tropical sazonal com verão quente e úmido.

A emergência do bloco quartzítico elevado engendra mudança significativa na estrutura e dinâmica da paisagem, e as tonalidades de azul também captaram com boa precisão estes geoambientes onde os traços da tropicalidade são atenuados. A elevação altimétrica que ultrapassa 1500 metros determina a emergência de uma condição mesoclimática diferenciada, definida no clima tropical de altitude (Cwb segundo o sistema classificatório de W. Köppen), com temperaturas médias anuais inferiores ao clima tropical das terras baixas (Cwa), verões mais amenos e amplitudes térmicas diárias e anuais mais acentuadas. O principal fator impeditivo para o desenvolvimento de fitofisionomias florestais nas *highlands* locais, entretanto, é o substrato dado pelo quartzito.

Em condições de solos mais argilosos, como aqueles decorrentes da alteração de granitos, gnaisses e migmatitos, as florestas galgam as montanhas tropicais do Brasil Sudeste até altitudes próximas a 1800 metros, limite médio para a emergência dos campos de altitude. Litotipos quartzíticos, por outro lado, são muito resistentes ao intemperismo químico, se relacionando assim com afloramentos abundantes intercalados a solos litólicos distintamente arenosos e ricos em minerais primários (enfaticamente a sílica), deveras restritivos para o desenvolvimento florestal. Eplode então um enclave cuja cobertura superficial é profundamente distinta das coberturas superficiais de argilogênese bem marcada nas paisagens quentes e úmidas dominantes, dando aporte a variados arranjos fisionômicos e florísticos de campos rupestres, formando redutos nos blocos quartzíticos mais elevados que se sobressaem entre as morrarias intermontanas do domínio tropical atlântico brasileiro. Oliveira Filho et al. (2013) estudou os referidos complexos rupestres na área do Parque Estadual do Ibitipoca, tendo concebido as seguintes categorias fitofisionômicas: *floresta nebular*, *nanofloresta nebular*, *arbustal nebular*, *savana arbustivo-arbórea nebular*, *savana arbustiva nebular*, *campina lenhosa nebular* e *campina nebular*, categorias estas subdivididas segundo as condições ambientais ligadas ao relevo e ao substrato.

A faixa transicional também é mais bem definida pela cor amarela, e se relaciona às progressivas interdigitações entre os quartzitos e os gnaisses

sotopostos, promovendo intercalações de formações florestais e fisionomias arborescentes e arbustivas. Nessa mesma faixa ocorre também uma transição entre o predomínio de material clástico como carga de fundo nas calhas fluviais para uma faixa de predomínio de materiais finos transportados dominantemente em suspensão. Fica latente que nas faixas altimontanas a contribuição das vertentes impõe quantidade significativa de fragmentos rochosos, dada a susceptibilidade ao deslocamento dos quartzitos, sobretudo em áreas com maior densidade de juntas. Nos domínios intermontanos das morrarias a contribuição oriunda das vertentes é predominantemente argilosa e vinculada à erosão majoritariamente laminar, dominando assim os sistemas de transporte e arranjos fluviais mais condizentes com a tropicalidade quente e úmida.

Embora as passagens das faixas de nuclearidade sejam bem marcadas em sua disposição segundo cinturões de altitude, fica explícita uma reentrância formando uma convexidade voltada para montante que tende a se posicionar na parte central dos cinturões de nuclearidade. Tal característica está ligada à passagem do rio do Salto, que determina um ambiente ecologicamente mais úmido propício ao desenvolvimento de coberturas florestais, além de dissecar, a partir da média bacia, faixas de gnaisses e xistos que geram coberturas de alteração distintamente argilosas.

Nos domínios altimontanos é notória uma reversão da diminuição do afastamento das condições de paisagem nuclear, formando-se um pequeno reduto definido pela terceira faixa (21-24) contada de montante (maior dissimilaridade em relação às paisagens dominantes) para jusante (maior similaridade em relação às paisagens dominantes). A explicação se deve à presença de um bolsão de floresta ombrófila densa altomontana formando um reduto menor, apreciável em escala de detalhe, circunscrito no mesorreduto dos campos rupestres sobre quartzitos. A ocorrência disjunta do bolsão florestal em questão se deve ao afloramento de uma restrita faixa de xistos sotopostos aos quartzitos, cuja alteração gerou materiais argilosos pedogeneizados em solos mesomaduros (Cambissolos) que conseguem, apesar dos altos declives, sustentar uma vegetação na qual o estrato arbóreo é dominante.

A natureza tropical quente e úmida apresenta variações regionais, bem como características típicas na paisagem. Diferenciam-se sistemas tropicais

equatoriais com predomínio de florestas, sistemas tropicais sazonais com predomínio de formações savânicas, bem como sistemas tropicais sazonais dominantemente florestados, caso do contexto físico-geográfico onde se inscreve a bacia do rio do Salto. Os tipos de paisagem, portanto, apresentam diferenciações ao longo dos macroespaços tropicais quentes e úmidos, mas também convergem em algumas similitudes ambientais: condição de isotermia ao longo do ano com temperaturas médias relativamente altas, presença de água disponível para as plantas mesmo na estação seca, predomínio do intemperismo químico com consequente dominância de materiais finos no transporte fluvial, formas de vida vegetal predominantemente arbóreas, base material de imperativos econômicos extrativistas e agroexportadores. Quanto mais a paisagem se aproximar de tais características, mais a paisagem em questão se aproxima da condição de nuclearidade.

No presente trabalho, a ideia de natureza tropical engloba as porções quentes e úmidas dos cinturões intertropicais (Faniran; Jeje, 1983), definida por diferentes autores a partir de diferentes critérios. Fosber (1961) delimita a natureza tropical com base na vegetação predominantemente florestal, englobando florestas pluviais, decíduas, semidecíduas e savanas, com pouca ocorrência da condição xeromórfica. Critérios climáticos foram estipulados por Koppen (1936), Garnier (1958) e Tricart (1972). Thomas (1994) sublinha o meio tropical a partir da zona onde o intemperismo químico e a formação de minerais de argila são mais intensos. Ainda, há de se pontuar a condição geotectônica das áreas tropicais, em sua maior parte correspondentes aos crátons pré-cambrianos separados com a fissão de Gondwana. A Placa Sul-americana, em específico, encontra-se em latitudes predominantemente tropicais desde o Jurássico, quando se iniciou a deriva continental, legando para o território brasileiro uma história de tropicalidade praticamente contínua que perdura mais de 100 milhões de anos, a despeito das atenuações provocadas por fases glaciais, sobretudo ao longo do Quaternário, mas cujos efeitos no hemisfério Sul foram muito mais tênues do que no hemisfério Norte. De todo modo, as referidas fases glaciais, embora não tenham apagado as heranças tropicais pregressas, imprimiram seus efeitos na morfogênese e nas organizações biogeográficas.

Aos parâmetros acima elencados soma-se uma condição geomorfológica específica explicada no domínio dos “*mares de morros*” *florestados* proposto por Ab’Sáber (1979, 2003) para designar o sistema tropical sazonal vigente na fachada atlântica brasileira, com umidade mais elevada nas faixas litorâneas escarpadas e uma estacionalidade mais bem definida nos degraus orográficos e níveis planálticos interiores, resultando em um sistema de tropicalidade contínua que em terrenos cristalinos resulta em relevos convexos associados a regolitos profundos. O insigne geógrafo brasileiro reconheceu como área nuclear (“área *core*”) do aludido domínio morfoclimático o conjunto de morrarias emolduradas em rochas cristalinas com formações superficiais argilosas e bem desenvolvidas sob vegetação originalmente composta por florestas do vale do rio Paraíba do Sul. Distintamente, a porção jusante, que compreende a média\baixa da bacia do rio do Salto é depositária das referidas tipicidades, confirmando seu caráter nuclear em relação ao domínio de natureza no qual se encontra.

Senso mais geral, o domínio dos “*mares de morro*” também pode ser chamado de *domínio tropical atlântico*, uma vez que ocorrem diferentes tipos de paisagens tropicais sazonais que não apresentam propriamente topografia tipificada por morros, morfologias estas típicas de litotipos cristalinos, predominantemente gnáissico-graníticos, que resultam em relevos convexos e fortemente ondulados. Ocorre que o domínio tropical atlântico se divide na altura média do estado do Espírito Santo (Brasil Sudeste) em duas grandes unidades: (1) uma margem rifte elevada no sudeste\sul do Brasil, com progressivo rebaixamento topográfico em direção ao interior, e (2) uma margem rifte rebaixada na parte nordeste, com colinas tabulares e tabuleiros costeiros que são limitados em falésias na linha de costa sucedidos por progressiva elevação topográfica em direção ao interior.

Indubitavelmente, a área de estudo deve ser apreciada a partir da primeira macrounidade supramencionada. Parte significativa do Brasil Sudeste é caracterizada pela presença de grandes escarpamentos, dos cinturões montanhosos mais contínuos herdados de faixas móveis neoproterozoicas reativadas, definindo-se uma organização geomorfológica na forma de escadaria topográfica sustentada por *knickpoints* em níveis de base locais, bem como amplitudes regionais contínuas superiores a 2000 metros. Compartimentações

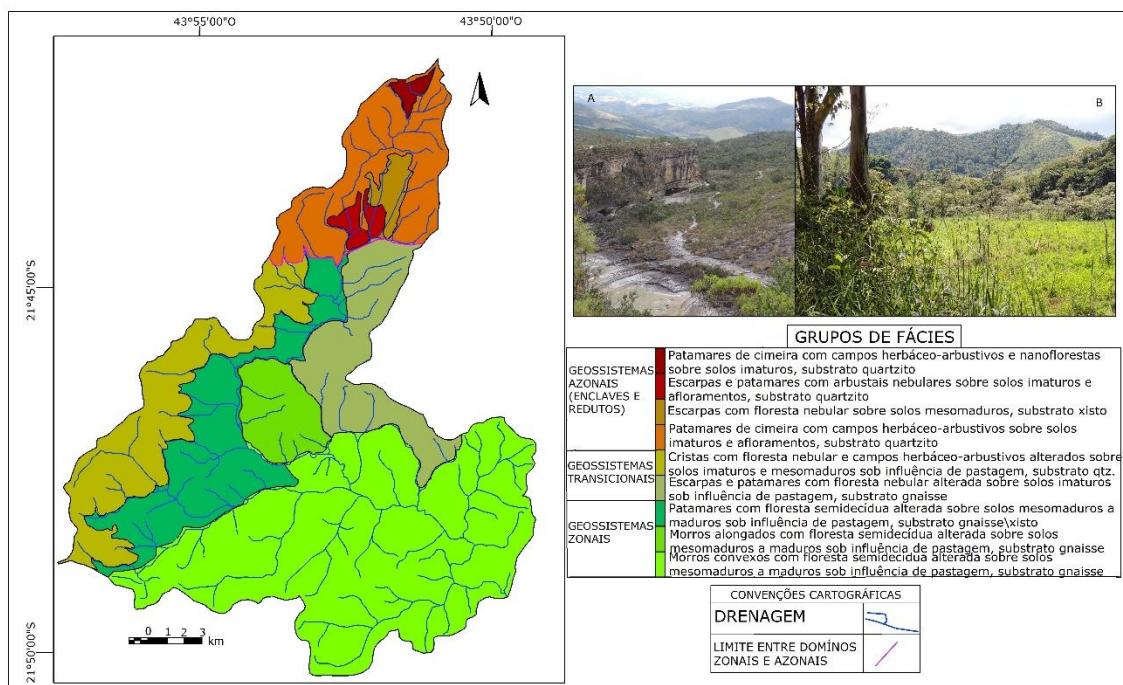
regionais que espacializam a organização geomorfológica em questão foram feitas por Marent e Valadão (2015) e Marques Neto et al. (2022).

Tal configuração é herdada, portanto, da arregimentação do megacontinente Gondwana ainda no ciclo Brasiliano\Pan-Africano e dobramentos associados, cujos cinturões de cisalhamento sucessivamente reativados após o período Cretáceo tem sustentado pilares tectônicos e considerável volumetria topográfica, o que engendra uma explícita zonação altitudinal da paisagem. Associados aos desniveis formam-se cinturões de vegetação e de geossistemas com notória diversidade de habitats, condições edáficas e microclimáticas, distribuídos ao longo do escudo pré-cambriano exposto dos níveis de base regionais até as *highlands*.

O resultado da zonação é a formação de enclaves altimontanos que se refletem em paisagens de exceção em termos de estrutura, função geoecológica, dinâmica e composição biótica. Na bacia do rio do Salto, a zonação altitudinal bem assinalada no resultado cartográfico trazido a lume apresenta forte correspondência em campo, em todas as esferas consideradas: estrutural, dinâmico-funcional e composicional.

A estrutura da paisagem é plenamente detectável pela variação nas formas de relevo, solos, fisionomia vegetal, estilo fluvial e base geológica. O resultado cartográfico desvela tais mudanças na estrutura horizontal e vertical da paisagem na passagem das paisagens nucleares para os enclaves. Em suma, o mapa da figura 2 está mostrando a passagem dos relevos convexos para as morfologias angulosas quartzíticas, refratárias ao intemperismo químico; a mudança progressiva de mantos argilosos espessos para terrenos litólicos com solos rasos e mal intemperizados; a troca dos cinturões florestais pelos campos rupestres; a organização hidrográfica mais sinuosa e meandrante para canais retilíneos e confinados em forte controle tectono-estrutural. Congruentemente a tais diferenciações, variações na dinâmica da paisagem ao longo da bacia também são latentes. A organização estrutural dos geossistemas pode ser apreendida na figura 4.

Figura 4 - Bacia do rio do Salto: tipologias de geossistemas integralizadas no grupo de fácies. (A) Enclaves azonais. (B) Tipicidade das paisagens nucleares



Fonte: o autor (2025)

Distintamente, encadeiam-se unidades geossistêmicas de caráter zonal, unidades transicionais e, nas *highlands*, geossistemas eminentemente azonais. A estrutura horizontal do geossistema, dada pela disposição horizontal dos atributos componentes e pelas suas inter-relações no espaço, apresenta forte aderência com o INP. No plano cartográfico, ambos os mapas (figuras 2 e 4) se alinham na diferenciação das áreas nucleares (zonais) e dos enclaves (azonais).

Quartzitos estão relacionados a paisagens resilientes em função da resistência de tais litotipos ao ataque químico, tendendo a apresentar baixas taxas de denudação, apesar de possibilitarem a gênese de morfologias cársticas, sobretudo endocarstes na forma de cavernas e *pipings* relacionados à dissolução química em juntas e falhas, mas também podendo gerar pequenas dolinas. Embora as coberturas de alteração em quartzitos sejam precárias em neoformações argilosas, o processo de arenização é praticamente onipresente, o que resulta em solos com alta erodibilidade e na formação de bolsões de areias quartzosas que deflagram processos de arenização da superfície. Na bacia do rio do Salto tal processo tem sido verificado de forma copiosa, sobretudo em setores sustentados por quartzitos e submetidos à práticas de pastoreio, engendrando

focos erosivos cuja expansão vem recobrindo campos herbáceos e contribuindo com material que é carreado para os canais fluviais adjacentes. Assim, os rios que dissecam os setores com coberturas argilosas de assinatura eminentemente tropical também consorciam cargas mais arenosas transferidas de montante.

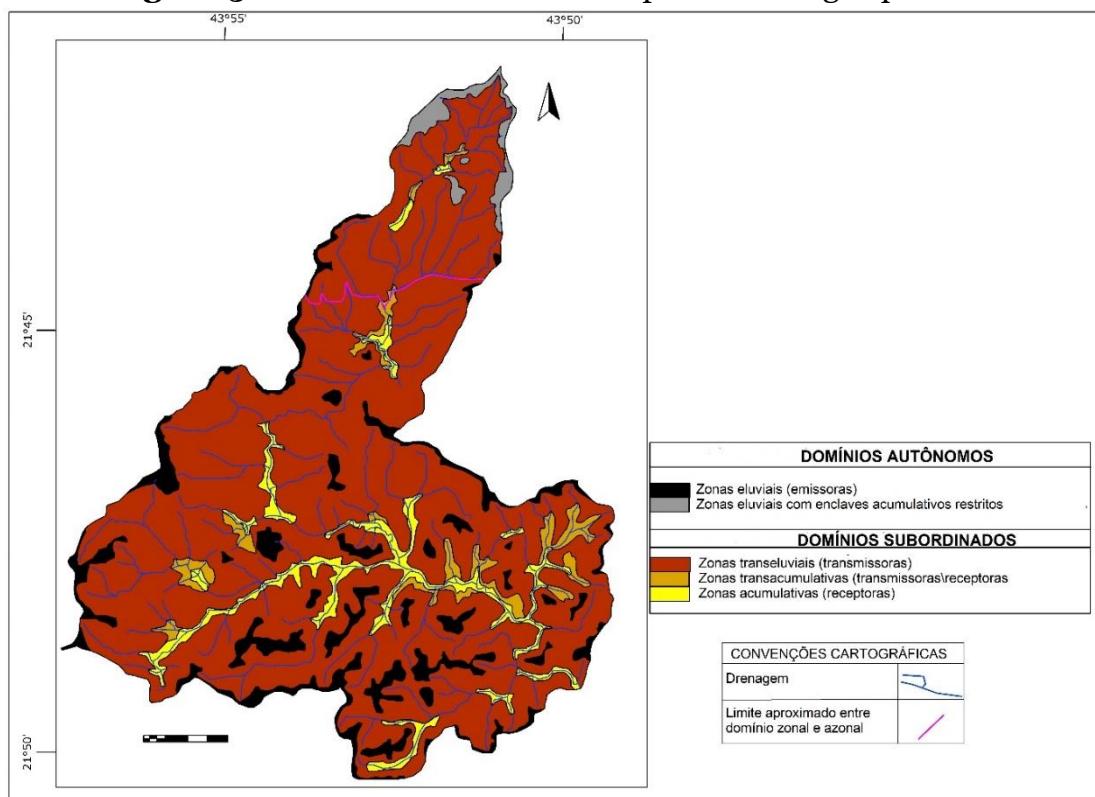
Ocorre que a expansão de materiais arenosos não figura como único elemento de transferência detritíca. Embora a alteração química em quartzitos seja incipiente, os processos físicos podem ser bastante importantes na dinâmica da paisagem. Na bacia do rio do Salto, o bloco quartzítico apresenta, em extensões significativas, três famílias de juntas que se interceptam, entrecruzando-se juntas transversais, perpendiculares e diagonais, arranjo este que favorece sobremaneira o desprendimento e queda de blocos. Diferentemente das coberturas arenosas, mobilizadas com mais desenvoltura sobre as vertentes escarpadas, os matacões transportados tentem à concentração nos domínios altimontanos. Em campo, verificou-se que a tendência de diminuição granulométrica da carga de fundo de montante para jusante é bem marcada.

Considerando tais processos dinâmicos e suas conectividades ao longo da bacia, é mister que o resultado cartográfico apresentado na figura 2 também admita relações com as funções geoecológicas gerais da paisagem. Os terrenos altimontanos figuram como importantes zonas emissoras e transmissoras de fluxos de matéria e energia, aninhando uma elevada densidade de drenagem organizada em canais de baixa ordem e armazenando quantidades significativas de nascentes hídricas, o que sublinha a importância dos enclaves para a recarga de aquíferos e das águas superficiais de importantes bacias hidrográficas regionais, fontes de captação por inúmeros municípios.

Partilhando de importantes interflúvios regionais, tais áreas também apresentam valiosa função transmissora de fluxos gênicos, garantidos por corredores ecológicos contínuos que subsistem nos domínios mais elevados. Desse modo, apesar da sua condição de enclave, este e outros domínios altimontanos desempenham papel fundamental no estabelecimento de conectividades regionais, contribuindo para dirimir a perda de funcionalidades ecossistêmicas que o domínio tropical atlântico vem sofrendo com o encadeamento dos ciclos econômicos agroexportadores que partilham da história ambiental regional.

Há, portanto, uma conectividade funcional entre os enclaves altimontanos e as paisagens intermontanas nucleares, com zonas emissoras, transmissoras e receptoras definidas nos dois setores, deveras distintos geoquimicamente (figura 5). As análises químicas e granulométricas executadas sublinharam um contraste pelo qual os ambientes altimontanos apresentam predomínio da fração arenosa e maiores concentrações de matéria orgânica e saturação por alumínio, ao passo que nos ambientes intermontanos predominam os solos argilosos, também saturados em alumínio, porém menos ácidos e com maior soma de bases trocáveis.

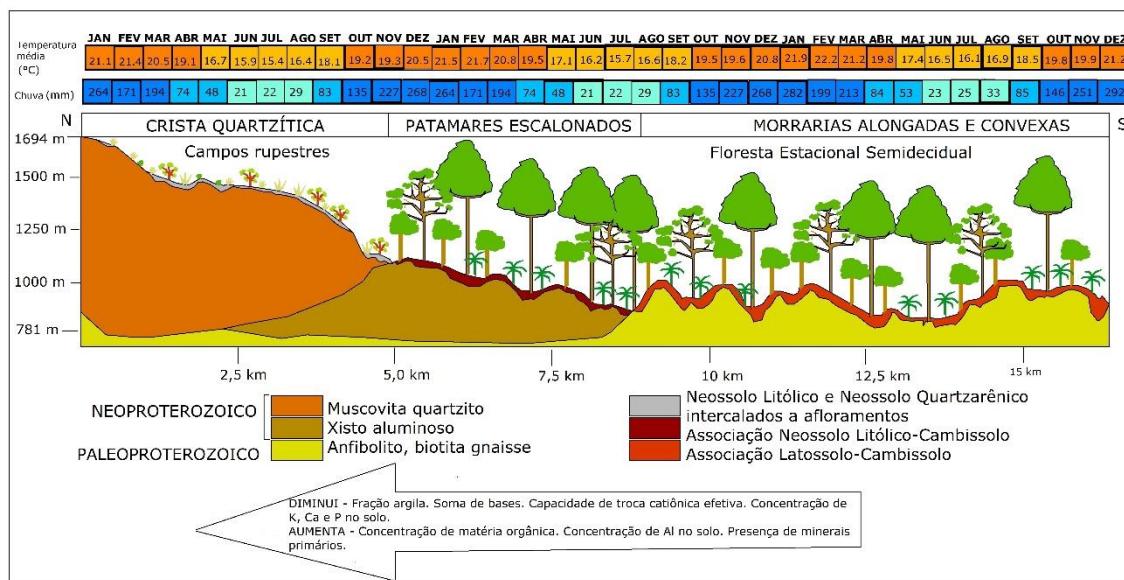
Figura 5 - Bacia do rio do Salto: compartimentos geoquímicos



Fonte: o autor (2025)

Os resultados laboratoriais, portanto, ajudam a sustentar a diferenciação das áreas nucleares e enclaves apontados pelo INP, conforme ilustrado no perfil da figura 6.

Figura 6 - Perfil geoambiental (sentido N-S) na bacia do rio do Salto, relacionando as variações estruturais superficiais e subsuperficiais



Fonte: o autor (2025)

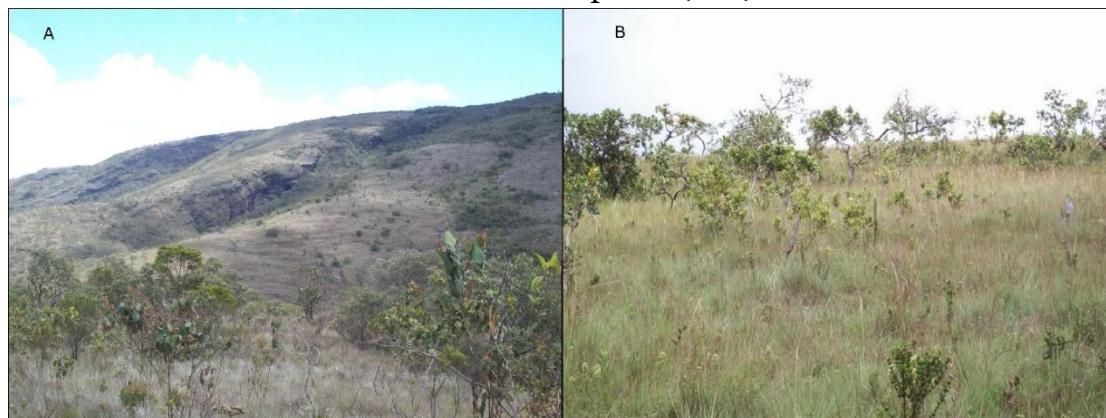
Além das principais variações estruturais superficiais e subsuperficiais na paisagem, o perfil auxilia na apreensão de que, devido aos contatos litológicos bem marcados entre quartzitos e xistos\gnaisses, a mudança na vegetação tende a ser abrupta, fazendo com que o significado transicional seja definido, fundamentalmente, por fatores abióticos, quais sejam: progressiva diminuição das temperaturas médias mensais e anuais, aumento na ocorrência de solos imaturos e canais fluviais em forte controle estrutural. Tal arranjo difere dos padrões mais gerais das montanhas tropicais do sudeste brasileiro, que mediante litologias quimicamente semelhantes definem cinturões de vegetação cujas conectividades são reconhecidas por complexos ecótonos intercalados.

Enquanto os alinhamentos montanhosos contribuem para a fluidez e dispersão de uma série de espécies, tanto da biota animal como vegetal, também engendram disjunções que convertem tais espacialidades em importantes áreas de endemismo. A Serra do Ibitipoca, domínio altimontano da bacia do rio do Salto, figura como área de endemismo para espécies de Bromeliaceae e Orchidaceae. Mendonça (2019) chamou a atenção para a significativa similaridade florística entre a área em questão e a Serra do Papagaio (Aiuruoca e Baependi, sul de Minas Gerais), destacando que grande parte das convergências

florísticas se dá com espécies do Cerrado, o que sugere a existência pretérita de enclaves de cerrados na faixa das florestas atlânticas.

Embora os resultados sugiram que o enclave em apreço tenha significado edáfico, controlado pela natureza do substrato, a elevação topográfica determina as referidas similitudes entre os campos de Ibitipoca e os cerrados de altitude de Aiuruoca e Baependi. Tais similitudes não são apenas florísticas, mas também fisionômicas (figura 7), o que ressalta a relação análoga entre as duas paisagens disjuntas: suas respectivas gêneses são distintas, embora mantenham função geoambiental similar no âmbito climático atual. Tal arranjo figura como um padrão bastante recorrente no contexto das elevações extremas da margem passiva do sudeste brasileiro, fazendo com que os resultados aqui apresentados sejam, portanto, comparáveis com outras áreas e úteis para correlações regionais.

Figura 7 - Visada da fitofisionomia entre enclaves análogos em suas funções geoecológicas e com considerável grau de similaridade florística. (A) Serra do Ibitipoca na bacia do rio do Salto (Lima Duarte, MG); (B) Enclave de cerrado de altitude em Baependi (MG)



Fonte: o autor (2025)

CONCLUSÕES

É necessário discutir os enclaves e as paisagens de exceção a eles relacionados em função de valores intrínsecos que entrecruzam a esfera natural e sociocultural. Tais espacialidades ostentam valor composicional (com muitos endemismos associados) e funcional, muitas vezes partilhando de importantes corredores regionais e dispersando a drenagem a partir da posição interfluvial que ocupam na paisagem, tal como ocorre com enclaves altimontanos como o

tratado no presente artigo. Ainda, embora não tenha sido objeto de discussão no presente artigo, cumpre mencionar que os enclaves também apresentam valores educacionais e econômicos, uma vez que a beleza cênica muitas vezes associada confere elevado potencial turístico aos tipos de paisagem em apreço.

Os resultados quantitativos provenientes da aplicação do Índice de Nuclearidade da Paisagem aqui proposto se mostraram eficientes para espacializar os enclaves, as paisagens regionalmente dominantes e as faixas transicionais. Como as variações na estrutura da paisagem definem diferentes aptidões ao manejo, a representação cartográfica dos resultados obtidos com a aplicação da proposta aqui apresentada tende a resultar em um material adequado para a visualização espacial das variações em torno das estruturas dominantes, abordagem que pode ser executada em diferentes escalas. Sumarizadamente, a proposta em questão é capaz de diferenciar as tipicidades e as perdas de tipicidade que se dão com a formação de áreas indiferenciadas ao longo do espaço.

Acerca de suas limitações, cumpre reafirmar que trata-se de uma elaboração matematicamente simples, mas que demanda um levantamento abrangente e suficientemente preciso da área, expediente que perpassa a seleção das variáveis a serem quantificadas, a interpretação de seus aspectos genético-estruturais e a relação entre as variações encontradas com as paisagens dominantes, que precisam igualmente ser conhecidas segundo sua expressão espacial regional. É necessário, portanto, que os insumos que alimentam o banco de dados representem de fato as variáveis fundamentais da paisagem.

O estudo dos enclaves (e da paisagem de maneira geral) também deve concernir abordagens qualitativas, essenciais para o entendimento dos aspectos estruturais, evolutivos e dinâmico-funcionais das paisagens dominantes e de exceção, bem como das relações de conectividade entre ambas. Desse modo, o caminho metodológico adotado, articulando aspectos quantitativos e qualitativos, demonstrou a complementaridade entre os enfoques, e a base geossistêmica se reafirmou como importante substrato teórico-metodológico para suportar uma práxis coerente nos estudos integrados da paisagem.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Brasil: paisagens de exceção:** o litoral e o Pantanal Mato-grossense: patrimônios básicos. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2006. 182p.
- BALLESTEROS, E. M. **Geomorfología y geoquímica del paisaje.** Salamanca: Universidad, 1991. 156p.
- BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and river management: applications of the River Styles framework.** Blackwell Publishing, 2005. 398p.
- CLIMATE CHELSA. <https://pt.climate-data.org/america-do-norte/estados-unidos-da-america/massachusetts/chelsea-18925/>. Acesso em 24/08/2022.
- FANIRAN, A.; JEJE, L. K. **Humid tropical geomorphology.** Longman Inc.: New York, 1983. 414p.
- GARNIER, B. J. Some comments on defining the humid tropics. **Research Note**, n. 11, 1958.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil.** Brasília, 2004. Disponível em: www.ibge.gov.br/mapas. Acesso em: 20 jun. 2015.
- ISACHENKO, A. G. **Principles of landscape science and Physical Geography Regionalization.** Melbourne: John S. Massey, 1973. 311p.
- KÖPPEN, W. Das geographische system der klimate. **Handbuch der klimatologie**, v. 1, 1936.
- MARENT, B. R.; VALADÃO, R. C. Compartimentação geomorfológica dos planaltos escalonados do sudeste de Minas Gerais - Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, p. 255-269, 2015.
- MENDONÇA, J. G. F. **Campos de altitude do Parque Estadual Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil:** composição florística, fitogeografia e estrutura da vegetação. 2017. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada à Conservação de Recursos Naturais) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.
- MIRLEAN, N.; TELLES, R. M.; DUARTE, G. M. O que é geoquímica de paisagem? **Geosul**, v. 21, n. 41, p. 107-126, 2006.
- NEIFF, J.J. Planícies de inundação são ecótonos? In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos.** São Carlos: RiMa, 2003.

- NUNES, B. A.; RIBEIRO, M. I. C.; ALMEIDA, V. J.; NATALI FILHO, T. **Manual técnico de geomorfologia.** Rio de Janeiro: IBGE, 1994. 113p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 5).
- ODUM, E.P.; BARRET, G.W. **Fundamentos de ecologia.** São Paulo: Cengage Learning, 2008. 612p.
- 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: Editora da UFJF, 2013.
- ROCHA, G. C. O meio físico da região de Ibitipoca: características e fragilidade. 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: Editora da UFJF, 2013.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. **Geoecologia das paisagens:** uma visão geossistêmica da análise ambiental. 3º ed. Fortaleza: edições UFC, 2010.
- ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 6, São Paulo, 1992.
- SOCHAVA, V. B. Geography and ecology. **Soviet Geography: review and translation**, New York, v. 12, n. 5, p. 277-293, 1971.
- SOCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**. Nº 16. USP-IGEO. São Paulo, 1977.
- SOCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação dos geossistemas da vida terrestre. **Biogeografia**, São Paulo, n. 14, 1978.,
- SIZYKH, A. P. Zonality, interzonality, high belts and extrazonality in the vegetation structure (some methodological aspects). **Open Access Library Journal**, v. 3, p. 1-7, 2016.
- SOARES, A. C. P.; NOCE, C. M.; TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M. **Projeto Sul de Minas.** COMIG-UFMG-UFRJ-UERJ, 2002.
- THOMAS, M. **Geomorphology in the tropics:** a study of eathering and denudation in low latitudes. New York: John Wiley & Sons, 1994. 460p.
- TRICART, J. **The landforms of the humid tropics, forests and savanas.** Longman: London, 1972.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** IBGE: Rio de Janeiro, 1991. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acessado em: 20 de fev. de 2018.

WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 5º ed., 1984.

Como citar este artigo:

NETO, Roberto Marques. Paisagens dominantes e de exceção: proposta de Índice de Nuclearidade da Paisagem (INP) para identificação de enclaves e redutos. **GEOGRAFIA**, Rio Claro-SP, v. 50, n. 1, p. 385-411, 2025. DOI:

Recebido em 21 de janeiro de 2025
Aceito em 25 de junho de 2025