

CONTEXTO GEOLÓGICO E FLUVIAL NO CONTATO DA DEPRESSÃO DO RIO POMBA COM O PLANALTO JUIZ DE FORA, MG

GEOLOGICAL AND FLUVIAL CONTEXT IN THE CONTACT OF THE DEPRESSÃO RIO POMBA WITH THE JUIZ DE FORA PLATEAU

CONTEXTO GEOLÓGICO Y FLUVIAL EN EL CONTACTO ENTRE LA DEPRESSÃO DO RIO POMBA Y EL PLANALTO JUIZ DE FORA.

// RESUMO

AUTOR

Rafaela Teixeira Paula 

Marcelo Motta de Freitas 

Rodrigo Wagner Paixão Pinto 

FILIAÇÃO INSTITUCIONAL

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
- RIO DE JANEIRO (PUC-RIO)

E-MAIL

rafaelapaula@gmail.com

marcelomotta@puc-rio.br

rodrigowpp1@gmail.com

DATA DE SUBMISSÃO: 05/04/24

DATA DE APROVAÇÃO: 24/06/25

DOI: 10.12957/GEOUERJ.2025.82944



E-ISSN 1981-9021

ESTE É UM ARTIGO DE ACESSO ABERTO
DISTRIBUÍDO SOB OS TERMOS DA LICENÇA
CREATIVECOMMONS BY-NC-SA 4.0, QUE
PERMITE USO, DISTRIBUIÇÃO E REPRODUÇÃO
PARA FINS NÃO COMERCIAIS, COM A CITAÇÃO
DOS AUTORES E DA FONTE ORIGINAL E SOB
A MESMA LICENÇA.

A bacia do rio Paraíba do Sul possui diversos níveis de base locais ao longo de seus diferentes trechos fluviais, resultado da formação de escarpas morfológicas no Sudeste brasileiro, que reconfiguraram a organização, a dinâmica hidrológica e os processos erosivos da rede de drenagem, por meio do rebaixamento do nível de base regional. Nesse contexto, as bacias com níveis de base altimetricamente mais baixos passam a comandar a evolução regional. Este trabalho tem como objetivo analisar a relação entre a geologia local e a geomorfologia, compreendendo sua conexão com os caminhos da rede de drenagem dos sistemas de captura fluvial de três bacias do rio Novo, afluente do rio Pomba, que mantêm contato erosivo com o Planalto de Juiz de Fora. Como metodologia, foi realizado um levantamento bibliográfico e análise cartográfica com o uso do software ArcGIS, utilizando as bases de dados do IBGE, CPRM e CODEMIG. Modelos Digitais de Elevação (MDEs) do TOPODATA subsidiaram a elaboração de mapas de hipsometria, declividade e perfis topográficos e longitudinais. A análise morfoestrutural permitiu a identificação de anomalias de drenagem com através da extensão Polar Plots. Trabalhos de campo complementaram a metodologia, viabilizando a observação de feições erosivas, níveis de base e características físicas dos vales com maior detalhamento. Constatou-se que a rede de drenagem se encaixa no substrato geológico; as zonas de fraqueza se apresentam como caminhos para os canais fluviais; os rios obedecem à orientação geológica principal, SO-NE e NO-SE. Nota-se mudanças abruptas de direção da drenagem, presença de divisores rebaixados e platôs suspensos.

Palavras-chave: Estrutura geológica. Captura fluvial. Nível de base local. Processos erosivos. Evolução da paisagem.

// ABSTRACT

The Paraíba do Sul River basin has a lower base level than the surrounding river basins and, therefore, has greater erosive potential. The formation of morphological escarpments in southeastern Brazil has altered the hydrological and erosive organization and dynamics of drainage systems by lowering the regional base level. The lowest altimetric base levels drive its evolution. The three sub-basins selected for the present study belong to the Rio Novo Basin, a tributary of the Paraíba do Sul River. As a methodology, a bibliographic review and cartographic analysis were carried out using ArcGIS software, based on datasets from IBGE, CPRM, and CODEMIG. Digital Elevation Models (DEMs) from TOPODATA supported the development of hypsometric, slope, and topographic and longitudinal profile maps. The morphostructural analysis enabled the identification of drainage anomalies through the use of the Polar Plots extension. Fieldwork complemented the methodology, allowing for the observation of erosional features, base levels, and the physical characteristics of the valleys in greater detail. It was found that the drainage network fits in the geological substrate, so that the zones of weakness are presented as paths to the river channels. The rivers obey the main geological orientation, SO-NE and NO-SE. There are abrupt changes in the direction of the drainage network, the presence of lowered dividers and suspended plateaus, three of the most common river catch signs.

Keywords: Geological structure. River capture. Local base level. Erosive processes. Landscape evolution.

// RESUMEN

La cuenca del Río Paraíba do Sul posee varios niveles de base locales en sus diferentes tramos fluviales. La formación de escarpas morfológicas en el sureste brasileño ha alterado la organización y la dinámica hidrológica y erosiva de los sistemas de drenaje debido al descenso del nivel de base regional. Las cuencas que tienen los niveles de base altimétricamente más bajos controlan su evolución. El objetivo de este trabajo es describir la relación entre la geología local y la geomorfología, entendiendo la relación con los cursos de la red de drenaje de los sistemas de captura fluvial de tres de las principales subcuencas del Río Novo, afluente del Río Pombo, que establecen contacto erosivo con el Planalto Juiz de Fora. Como metodología, se realizó un levantamiento bibliográfico y un análisis cartográfico utilizando el software ArcGIS, con base en los datos del IBGE, CPRM y CODEMIG. Modelos Digitales de Elevación (MDE) del TOPODATA subsidiaron la elaboración de mapas de hipsometría, pendiente y perfiles topográficos y longitudinales. El análisis morfoestructural permitió la identificación de anomalías de drenaje mediante la extensión Polar Plots. El trabajo de campo complementó la metodología, posibilitando la observación de formas erosivas, niveles de base y características físicas de los valles con mayor nivel de detalle. Se constató que la red de drenaje se ajusta al sustrato geológico; las zonas de debilidad se presentan como caminos para los canales fluviales; los ríos obedecen a la orientación geológica principal, SO-NE y NO-SE. Se observan cambios abruptos en la dirección del drenaje, presencia de divisorias rebajadas y mesetas suspendidas.

Palabra Clave: Estructura geológica. Captura fluvial. Nivel de base local. Procesos erosivos. Evolución del paisaje.

INTRODUÇÃO

A origem da bacia do rio Paraíba do Sul está relacionada à formação da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira, dois dos diversos blocos soerguidos, gerados ao longo da costa brasileira como resultado dos eventos tectônicos relacionados à abertura do Oceano Atlântico. A planície do rio Paraíba do Sul, limitada pelas escarpas elevadas da serra da Mantiqueira e da Serra do Mar, se constitui como um gráben, onde se depositam os sedimentos provenientes das unidades geomorfológicas vizinhas (BRANDALISE; RIBEIRO; FERRARI, 1976).

A evolução do relevo da porção sudeste de Minas Gerais está diretamente relacionada à abertura do oceano Atlântico e se organiza em degraus escalonados. Escarpamentos separam as áreas costeiras que se encontram mais rebaixadas de um interior continental mais elevado, o que gera diferentes níveis de base em cada um desses patamares (MARENT, 2016). A formação de escarpas morfológicas no sudeste brasileiro alterou a organização e a dinâmica hidrológica e erosiva dos sistemas de drenagem pelo rebaixamento do nível de base regional (SILVA et al., 2006).

Segundo Valadão (1998), os níveis de base altimetricamente mais baixos comandam a evolução do sistema de drenagem. Portanto, se tratando dos degraus gerados na abertura do Atlântico Sul, as taxas de denudação são mais elevadas na porção de maior declividade e amplitude altimétrica (CHEREM, 2009), constituindo frentes erosivas importantes no processo de evolução da paisagem geomorfológica. A abertura do Oceano Atlântico e o tectonismo responsável pelo rifteamento do planalto sudeste provocaram pulsos erosivos que se perpetuam na paisagem e permanecem ativos (FREITAS et. al, 2016).

A origem tectônica do Gráben do Rio Paraíba do Sul e dos horts formados pelas Serras do Mar e da Mantiqueira vem sendo investigada por vários autores (KING, 1956; AB'SÁBER & BERNARDES, 1958; ASMUS e FERRARI, 1978; MOHRIAK, 2004;). A série de grábens formados por eventos tectônicos durante o Cenozóico ao longo da faixa atlântica do sudeste brasileiro desde o Paraná até o norte do Rio de Janeiro, recebeu variadas denominações, como Sistema de Rifts da Serra do Mar (ALMEIDA, 1976), Sistema de bacias tafrogênicas do Sudeste do Brasil (MELO et al. 1985), Rift Continental do Sudeste do Brasil (RICCOMINI, 1989), e Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (ZALAN; OLIVEIRA, 2005). Zalan e Oliveira (2005) identificaram quatro grandes riftes ou corredores de grábens: Paraíba do Sul, Litorâneo, Ribeira e Marítimo.

Capturas fluviais de cursos d'água são relevantes para a configuração hidrográfica regional. As capturas influenciam a propagação de eventos erosivos e deposicionais na região e colaboram para o avanço da rede de drenagem de uma bacia sobre as bacias vizinhas, como no caso do rio Pomba, que avança sobre a bacia do rio Paraibuna (ambos afluentes do rio Paraíba do Sul).

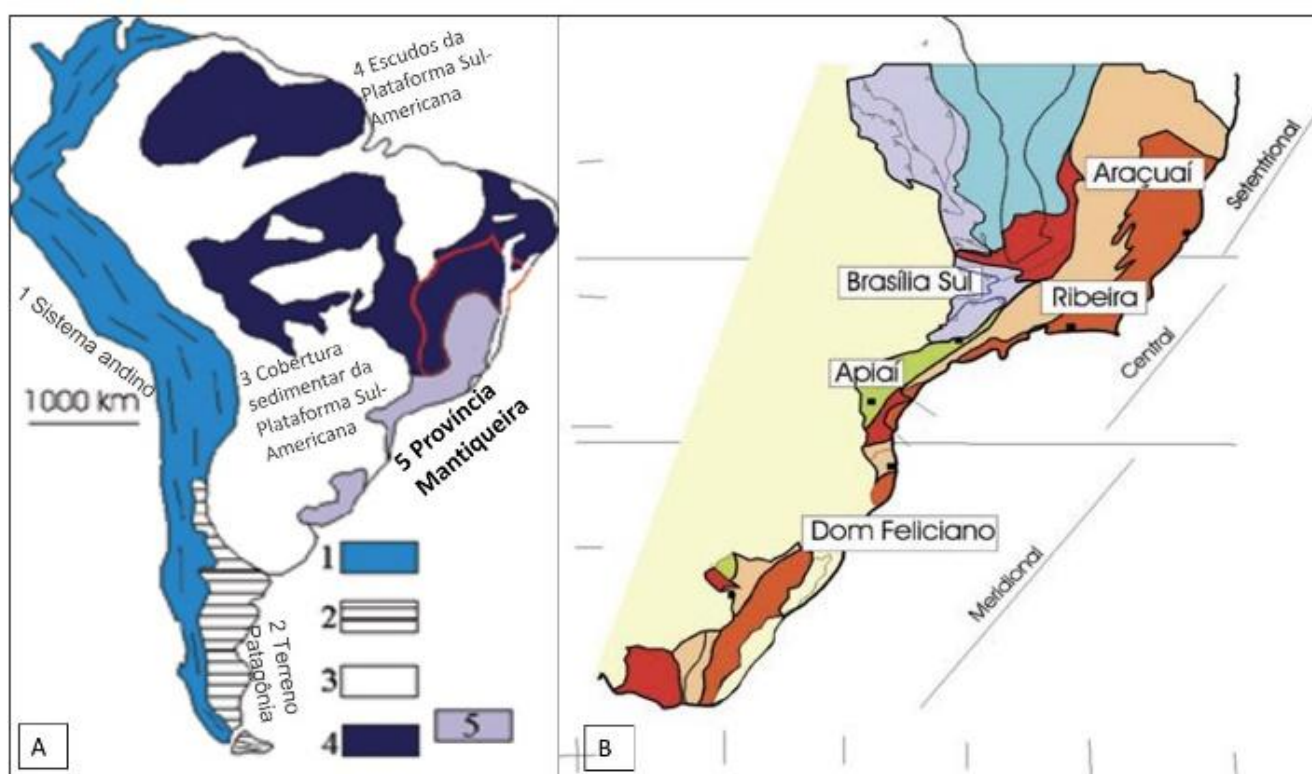
O objetivo deste trabalho é investigar a relação entre a geologia local e a geomorfologia na borda sudoeste da depressão formada pelo rio Pomba, entendendo a relação com os caminhos da rede de drenagem. Procura-se analisar os sistemas de captura fluvial de três sub-

bacias inseridas na depressão do rio Pomba, que estabelecem contato erosivo com o planalto Juiz de Fora.

ÁREA DE ESTUDO

No contexto geotectônico continental (Figura 1A), a área selecionada para estudo está inserida na Província da Mantiqueira (Figura 1B). Heilbron et al. (2004) e Schobbenhaus e Brito Neves (2003) reconhecem três segmentos geográficos que compõem a Província Mantiqueira: a) o segmento setentrional que corresponde ao Orógeno Araçuaí; b) o segmento central que engloba o Orógeno Ribeira, a Zona de Interferência entre os orógenos Brasília e Ribeira, e os terrenos Apiaí, São Roque e Embu; c) e o segmento meridional que inclui os orógenos Dom Feliciano e São Gabriel (Figura 1B).

Figura 1. A) Mapa tectônico da América do Sul. B) Subdivisão do Sistema Orogênico Mantiqueira



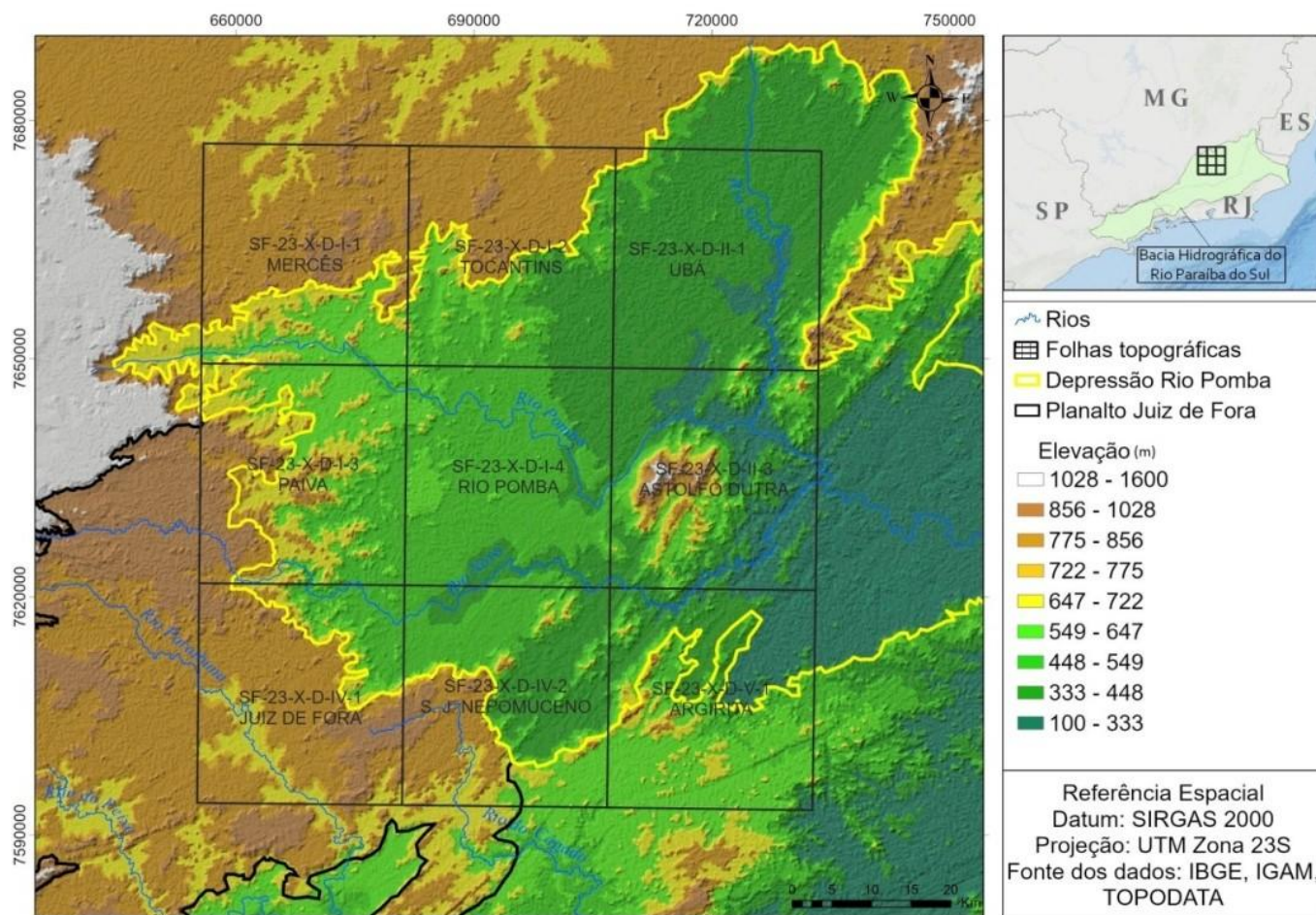
Fonte: Adaptado de Heilbron et al. (2004).

O quadrante utilizado como recorte de estudo ocupa a porção centro-norte da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e está inserida no segmento central do Cinturão Orogenético da Faixa Móvel Ribeira. A formação do Orógeno da Faixa Ribeira se deu, majoritariamente, pelo movimento colisional entre o Cráton de São Francisco e a placa do Congo, durante o ciclo Brasileiro, que provocou um empilhamento de leste a oeste-noroeste (FERREIRA; SILVA, 2019),

resultando numa entidade geotectônica com orientação nordeste-sudoeste ao final do Neoproterozoico e início do Paleozoico (HEILBRON et al., 2016).

A pesquisa está focada na região sudeste de Minas Gerais, situada na linha erosiva entre a depressão do rio Pomba e o planalto de Juiz de Fora, com o contexto altimétrico geral ilustrado na Figura 2.

Figura 2. Contexto altimétrico da área de estudo



Fonte: Autores (2024)

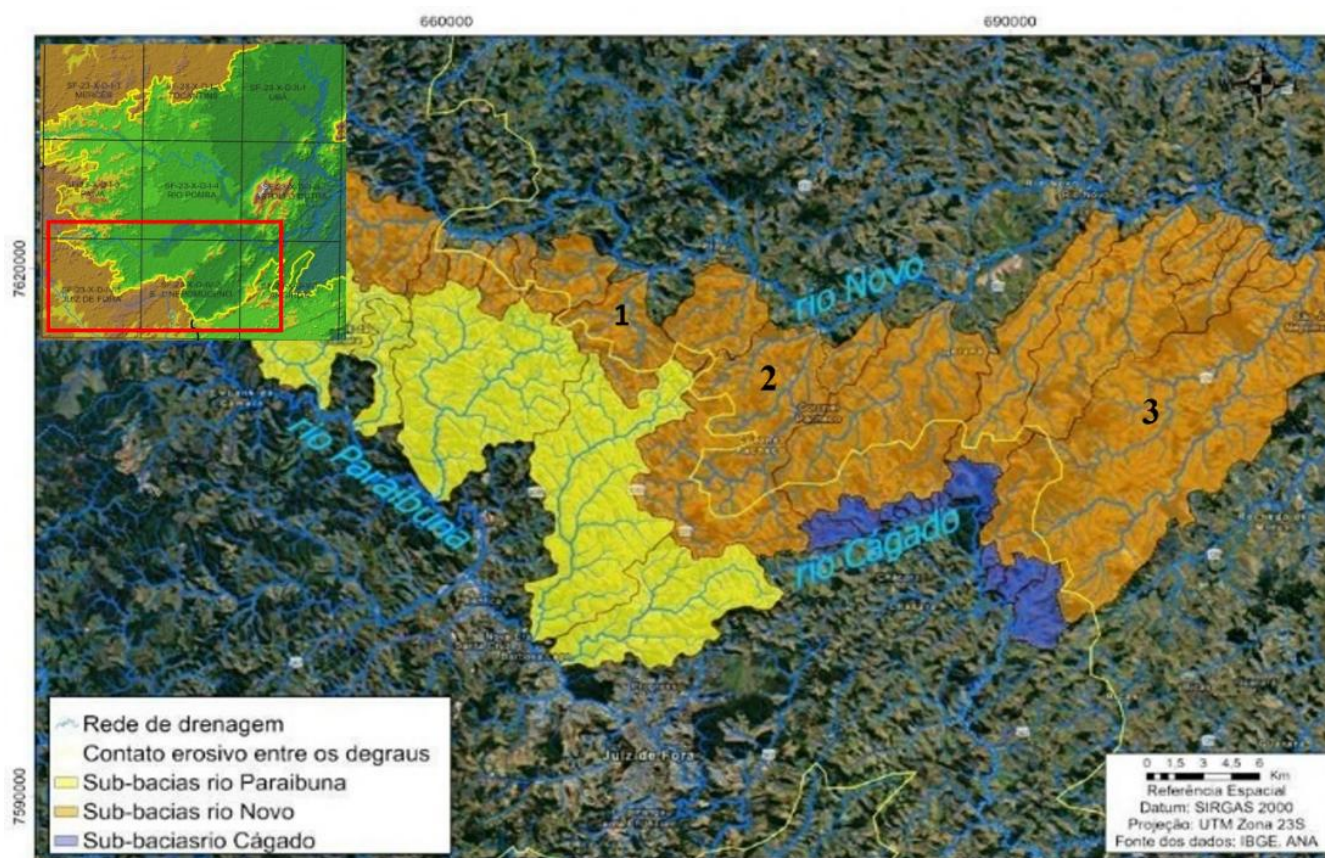
A bacia do rio Pomba partilha de uma rede de depressões interplanálticas do vale do rio Paraíba do Sul, controladas por diferentes níveis de base regionais que se escalonam em demanda ao principal nível de base marcado pela passagem do rio Pomba (MARQUES NETO; FERRARO, 2018).

A Depressão do Rio Pomba (DRP) é caracterizada por relevo colinoso, com vertentes e topos convexos ou tabulares, dissecada pela bacia do Alto rio Pomba (RADAMBRASIL, 1983). A expressiva depressão interplanáltica é limitada pelo contato erosivo com os compartimentos do Planalto Centro-Sul de Minas (Planalto de Campos das Vertentes) (MARQUES NETO; FERRARO, 2018; MARENT, 2016) e pela Serra da Mantiqueira (MARENT, 2016), ao qual encontra uma plataforma de transição na borda Sudoeste, considerado neste trabalho como o

Planalto Juiz de Fora (PJF). O Planalto Juiz de Fora se configura como um conjunto de colinas elevadas a altimetria média entre 700 e 900 m, que superam 1000 m nos pontos mais elevados.

A linha de contato erosivo entre o Planalto Juiz de Fora (PJF) e a Depressão Rio Pomba (DRP) divide a paisagem em dois setores com características que respondem ao patamar a que pertencem. Como pode ser visto na figura 3, as sub-bacias dessa área drenam para três rios principais, o rio Paraibuna e o rio Cágado, no PJF, ou o rio Novo, na DRP.

Figura 3. Sub-bacias do contato entre a DRP e o PJF, com destaque para as sub-bacias estudadas: Córrego Liberdade (1), Ribeirão Santana (2) e Ribeirão Bom Jardim (3)



Fonte: Autores (2024)

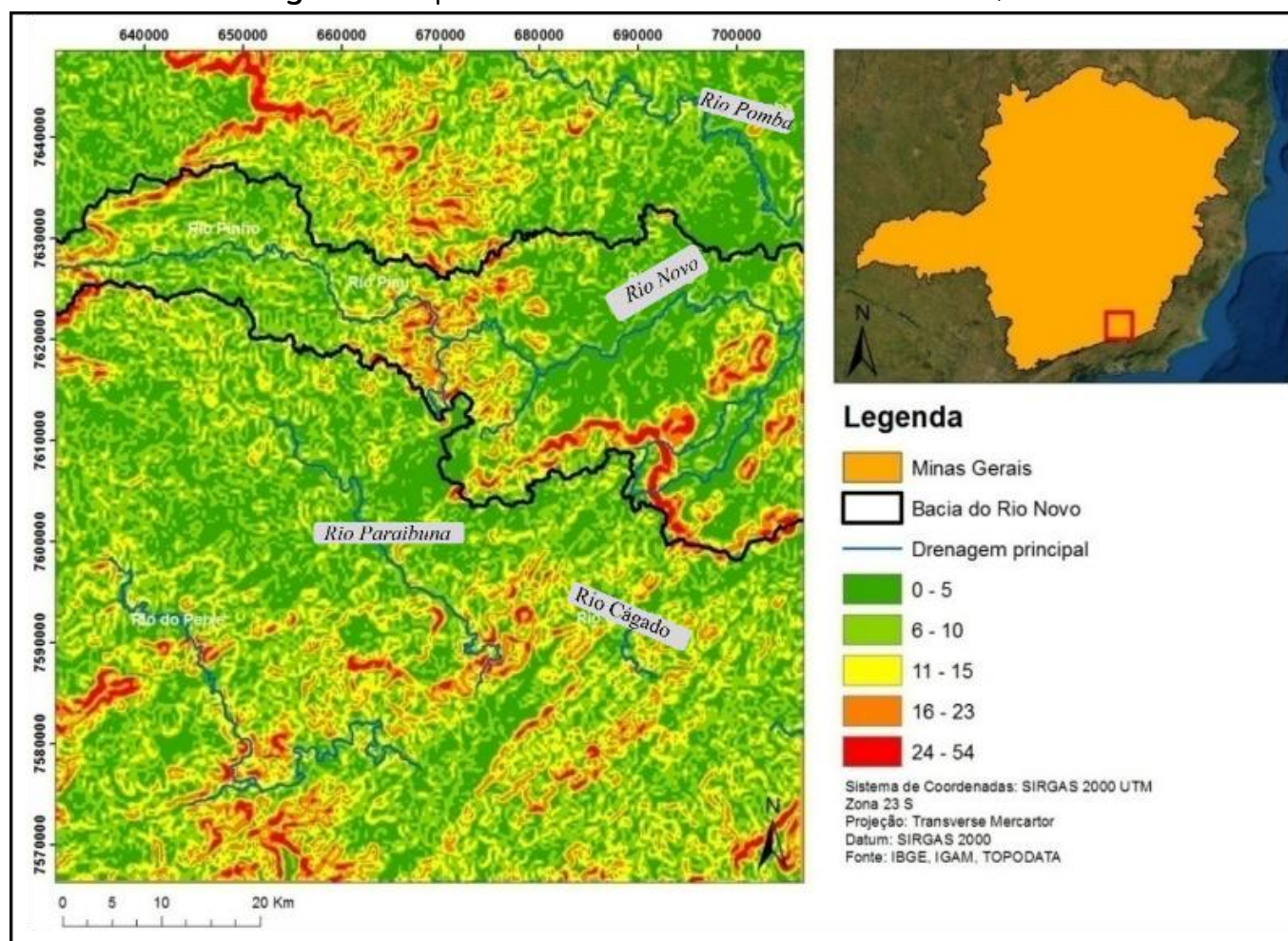
As bacias selecionadas para mapeamento têm suas nascentes situadas no PJF e drenam para a DRP. Os canais selecionados pertencem à bacia do rio Novo e são: Córrego Liberdade (1), Ribeirão Santana (2) e Ribeirão Bom Jardim (3).

Parte constituinte da borda sudoeste da DRP, a bacia hidrográfica do rio Novo é o principal afluente da margem direita do rio Pomba. O canal principal da bacia hidrográfica do rio Novo nasce no compartimento meridional da Serra da Mantiqueira, no município de Antônio Carlos, onde é denominado rio Pinho. Ao se aproximar de Piau o rio passa a ter o nome deste município. Na altura da cidade de Goianá assume o nome de rio Novo, até desembocar no Pomba (PAIVA, 2018).

Marent e Valadão (2015) identificam três unidades Geomorfológicas do Degrau do Paraíba do Sul, no qual a bacia do rio Novo se insere na Unidade II, caracterizada por constituir um

planalto nivelado, com relevo de morros de topos aguçados a convexos, que exibem caimento topográfico geral para SE. Os cursos d'água possuem canais retilíneos e indicam um controle estrutural que resulta na formação de vales encaixados, sendo os principais rios o Formoso e o Novo, com orientação E-W a ENE-WSW. De acordo com a classificação de relevo baseada na declividade, a EMBRAPA (1979) considera o relevo da bacia do rio Novo como ondulado. A bacia se encontra no contexto das Serranias da Zona da Mata, inserida no Domínio dos Mares de Morros Florestados (Ab'Saber, 1966). O rio Novo passa pelos dois níveis de base analisados neste trabalho, um definido pelo PJF e outro definido pela DRP. A transição entre esses níveis de base é caracterizada por uma mudança nítida na elevação e por um alinhamento marcado por altas declividades, como exposto na Figura 4.

Figura 4. Mapa de declividade no contato erosivo DRP/PJF



Fonte: Autores (2024)

A área estudada está inserida geotectonicamente na Província da Mantiqueira. Este sistema é constituído pelos orógenos Araçuaí, Ribeira, Dom Feliciano e São Gabriel, e pela zona de interferência entre os orógenos Brasília e Ribeira (Almeida et al. 1981). A geologia na região está, portanto, associada aos processos de evolução tectono-metamórfica da Faixa Ribeira (FERREIRA; SILVA, 2019). A formação do Orógeno da Faixa Ribeira se deu, majoritariamente, pelo movimento colisional entre o Cráton de São Francisco e a placa do Congo, durante o ciclo

Brasiliense, que provocou um empilhamento de leste para oeste-noroeste (FERREIRA; SILVA, 2019), resultando numa entidade geotectônica com orientação nordeste-sudoeste instalada a leste do Cráton do São Francisco ao final do Neoproterozóico e início do Paleozóico (HEILBRON et al., 2016).

A bacia do rio Novo está assentada sobre os litotipos do Complexo Juiz de Fora e da Megassequência Andrelândia (PINTO et al., 2014). Marent e Valadão (2015) destacam o papel da litologia da Suíte Metamórfica São Bento dos Torres (enderbito gnáissico e charnockito) e outras rochas intrusivas (granito e tonalito), que exercem influência na formação de níveis de base locais nos rios Novo e Formoso, sustentando esse planalto intermediário e impedindo dissecação mais intensa como no restante deste degrau.

O clima é variável ao longo da bacia de rio Novo e possui relação com o relevo da região. Nas áreas com altitudes mais baixas, o clima é quente e úmido com chuvas de verão (Aw - Clima tropical, com inverno seco - na classificação de Köppen). Nas altitudes médias da bacia o clima é caracterizado por invernos secos e verões chuvosos (Cwa - Tropical úmido, com inverno seco e verão chuvoso). Nas porções de maiores altitudes o clima apresenta invernos secos e verões chuvosos e as temperaturas são mais baixas (VALVERDE, 1958).

Segundo Mapeamento de Solos do Estado de Minas Gerais (UFV, 2010 apud PAIVA, 2018), predominam na bacia hidrográfica de rio Novo, os solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. A oeste do exutório tem-se Latossolo Amarelo distrófico húmico. No contato da bacia com o Planalto do Campo das Vertentes tem-se Cambissolo Háplico. Nas proximidades da nascente do canal principal há registro de Cambissolo Húmico Distrófico Típico (PAIVA, 2018).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento bibliocartográfico da área estudada, que deu suporte para o desenvolvimento da pesquisa. As análises dos documentos cartográficos e a produção cartográfica foram feitas através de Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando o Software ArcGis 10.3.

Utilizou-se como base cartográfica para parâmetros morfológicos e topográficos as folhas topográficas do IBGE, de escala 1:50.000 que contemplam a área de estudo, sendo elas: Paiva, Rio Pombo, Juiz de Fora e São João Nepomuceno. Para aspectos geológicos utilizou-se o Mapa Geológico de escala 1:100.000, folha Juiz de Fora, fornecido pela CODEMIG (DUARTE et al., 2013) e o Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais fornecido pela CPRM (2014) de escala 1:1.000.000.

Além das folhas topográficas do IBGE, imagens de Radar fornecidas pelo TOPODATA (VALERIANO & ROSSETI, 2012) foram utilizadas para a extração do Modelo Digital de Elevação (MDE) e as curvas de nível da área de pesquisa com equidistância de 20 metros.

A pesquisa foi desenvolvida a partir da integração de diferentes escalas de análise. Foram utilizadas bases cartográficas regionais e escala local. A abordagem multiescalar foi utilizada

para obter uma visão mais ampla e detalhada da área de estudo. As bases regionais forneceram o referencial espacial geral, os dados em grande escala possibilitaram análises morfométricas e modelagens, e o trabalho de campo contribuiu com a validação e refinamento das interpretações realizadas.

Posteriormente, foi possível produzir os mapas de hipsometria (a partir da ferramenta “criar TIN”) e de declividade (através do uso da ferramenta “Declividade”). Produziu-se um perfil topográfico em cada sub-bacia estudada, além do perfil longitudinal de cada canal principal das respectivas sub-bacias, utilizando as ferramentas “3D Analyst > Interpolar linha > Gráfico de Perfil”. A metodologia empregada para análise dos sistemas de captura fluvial contou com a identificação de indicativos de anomalias de drenagem, tais como mudanças abruptas de direção da rede de drenagem, divisores rebaixados e platôs suspensos (PAIXÃO et al., 2018).

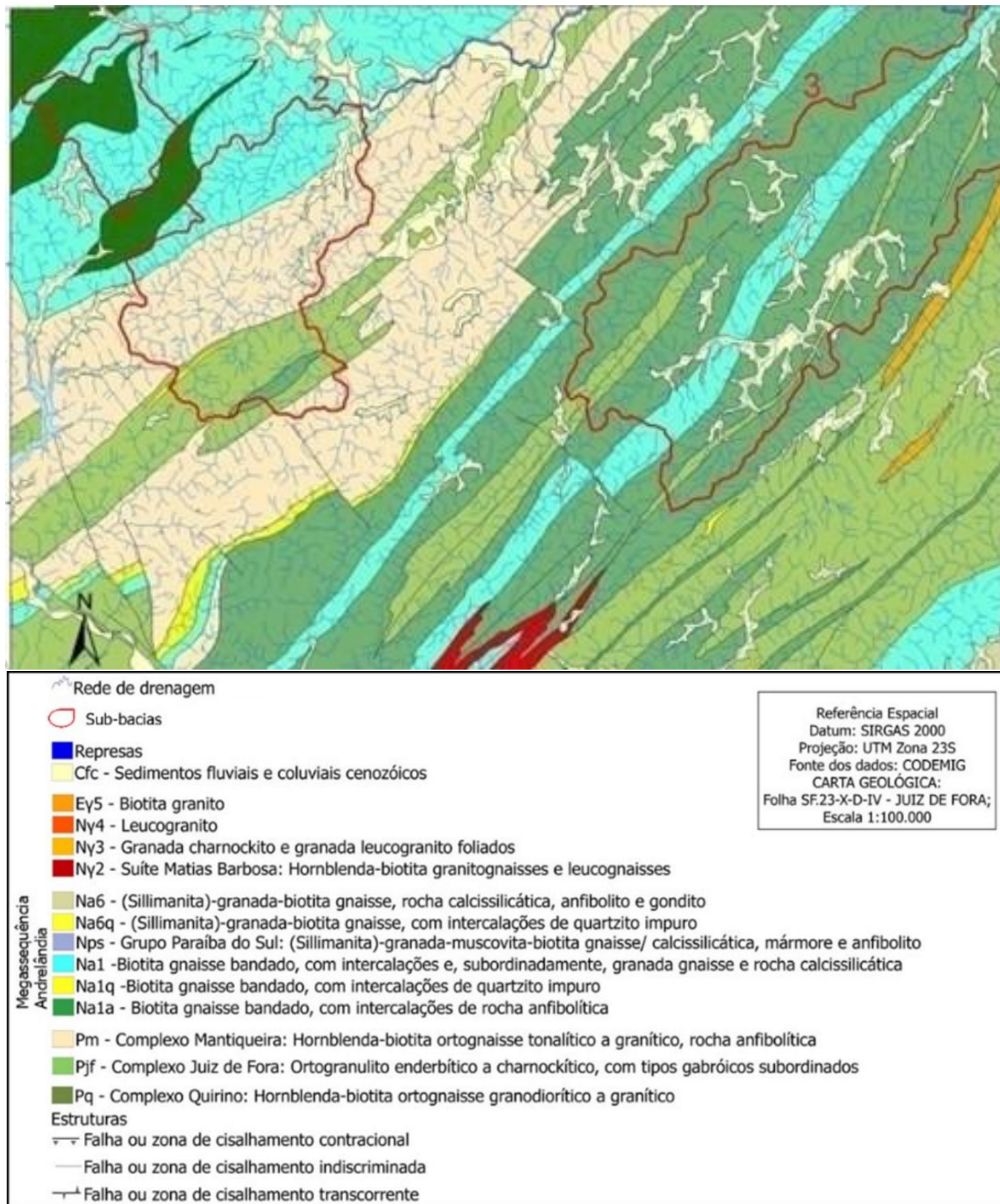
A execução de trabalhos de campo permitiu observar diretamente o ambiente da área de estudo, essencial para a coleta de dados in situ, informações que não são possíveis se extrair somente com o trabalho virtual e que auxiliam na interpretação, produção e validação de dados. A escala de estudos de campo possibilitou a caracterização física dos vales com maior nível de detalhamento, de forma a permitir a observação dos níveis de base locais; identificação e caracterização das feições erosivas e dinâmica intempérica das encostas; comparação das características de cunho geológico, geomorfológico, hidrográfico e pedológico nos diferentes compartimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Relação geologia e rede de drenagem

A partir da análise do Mapa Geológico – Folha Juiz de Fora (Figura 5), com destaque para as bacias selecionadas, nota-se que as unidades litológicas apresentam estrutura orientada na direção SO-NE. Essa disposição é resultado da compressão gerada pelas colisões continentais de Sudeste para Noroeste no ciclo Brasileiro, que resultou na formação da Faixa Ribeira. Juntamente a isso, com direção preferencial de NO-SE, aparecem falhamentos e fraturamentos de épocas posteriores (HEILBRON, 1991).

Figura 5. Contexto litológico das sub-bacias Córrego Liberdade (1), Ribeirão Santana (2) e Ribeirão Bom Jardim (3)



Fonte: Autores (2024)

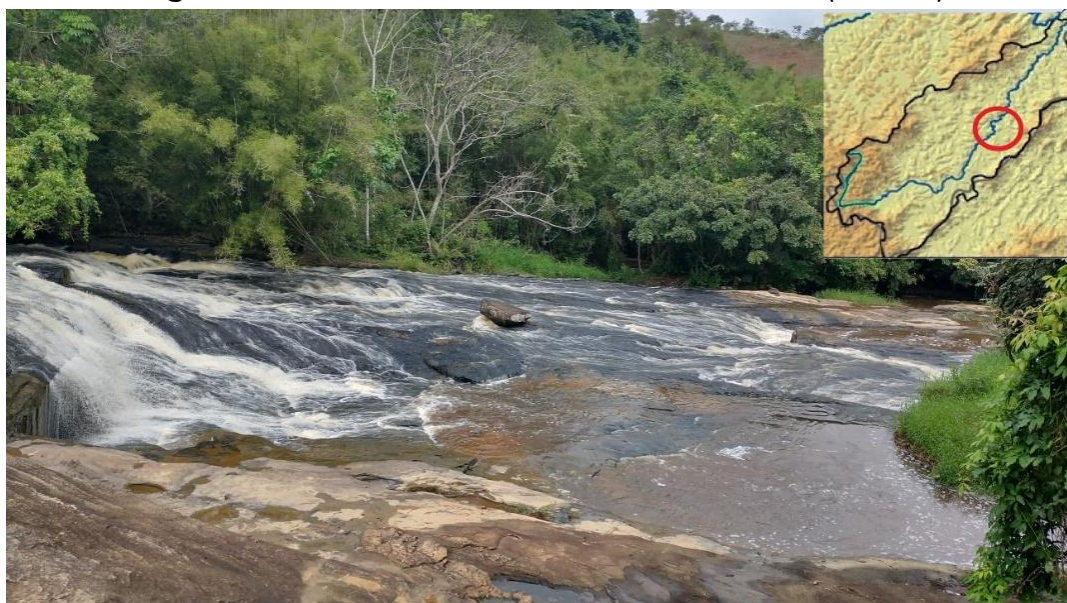
As orientações SO-NE correspondem às estruturas brasileiras, e estão relacionadas à reativação tectônica do Sistema Rifte Continental do Sudeste Brasileiro. Esse evento reativou as estruturas antigas do Ciclo Brasileiro, resultando em sua predominância, e aparecem na paisagem ao longo das direções SO-NE (FREITAS et al., 2016).

As rochas mais resistentes do complexo Juiz de Fora constituem o Planalto de Juiz de Fora, enquanto os rios da bacia do rio Pomba, abrangendo o rio Novo e seus afluentes, drenam por rochas menos resistentes do Complexo Mantiqueira e da Megassequência Andrelândia, que interceptam o Complexo Juiz de Fora. Além disso, a drenagem segue por estruturas de fragilidade do substrato geológico, promovendo a erosão e avançando em direção ao planalto Juiz de Fora.

As bacias 1 e 2, ao drenarem rochas menos resistentes das unidades geológicas do Complexo Mantiqueira e da Megassequência Andrelândia, modificaram a morfologia do relevo, de forma que a transição do Planalto para a frente erosiva não é nítida. Enquanto isso, a sub-bacia 3, localizada sobre rochas mais resistentes, mantém uma morfologia de escarpa. No geral, as três sub-bacias avançam sobre declives acentuados, particularmente no ponto de contato erosivo com o Planalto de Juiz de Fora, nos casos das bacias 1 e 2.

A configuração geológica da região revela que as bacias 1 e 2 possuem leitos aluviais, enquanto parte da bacia 3 está situada em um leito rochoso. A foto da Figura 6 exemplifica um trecho da bacia 3 com leito rochoso. A foto foi tirada na porção da bacia no interior da DRP, a uma altitude aproximada de 400 metros e distante cerca de 12 km da linha erosiva entre a DRP e o PJF. Devido à sua composição predominantemente sedimentar, composta por materiais como areia e cascalho, os leitos aluviais são mais propensos a serem mobilizados pela água. Por outro lado, os leitos rochosos consistem na drenagem direta sobre as rochas, o que os torna mais resistentes à erosão.

Figura 6. Leito rochoso no Ribeirão Bom Jardim (bacia 3)



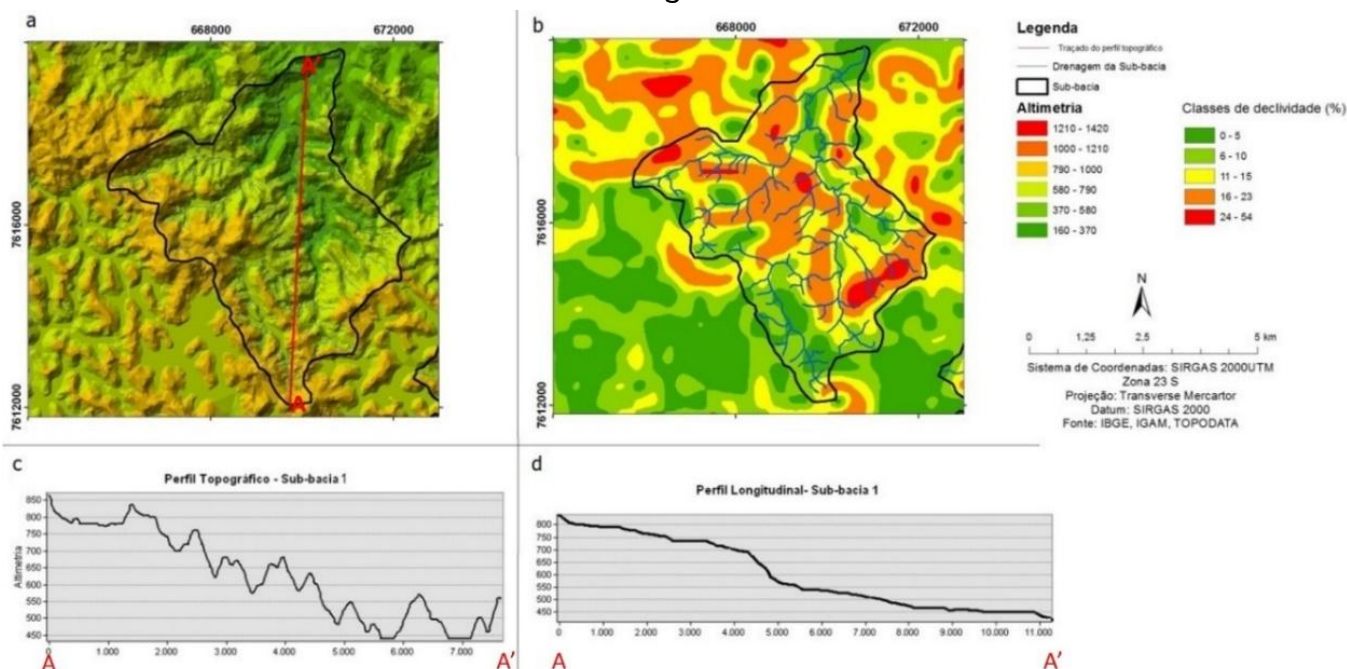
Fonte: Autores (2024)

A respeito disso, Hack (1973), introduz os conceitos de incisão fluvial e resistência litológica, ao quantificar a resistência litológica na análise dos processos fluviais em leitos rochosos. Estudos posteriores, como o de Sklar e Dietrich (2004), evidenciam que a taxa de erosão em leitos rochosos ocorre predominantemente por abrasão, sendo inversamente relacionado ao quadrado da resistência à tração. Além disso, os canais em leitos rochosos se distinguem dos canais de leitos aluviais devido a suas declividades relativamente maiores (LIMA, 2010). Esses canais rochosos são caracterizados por uma cobertura aluvial geralmente fina e facilmente mobilizável, de modo que a incisão no substrato rochoso é ativa (HOWARD et al., 1994). Em termos gerais, os canais rochosos são desenvolvidos em material coesivo e resistente, incluindo aluviões e cascalhos cimentados (LIMA, 2010).

Altimetria, declividade, perfil topográfico e longitudinal

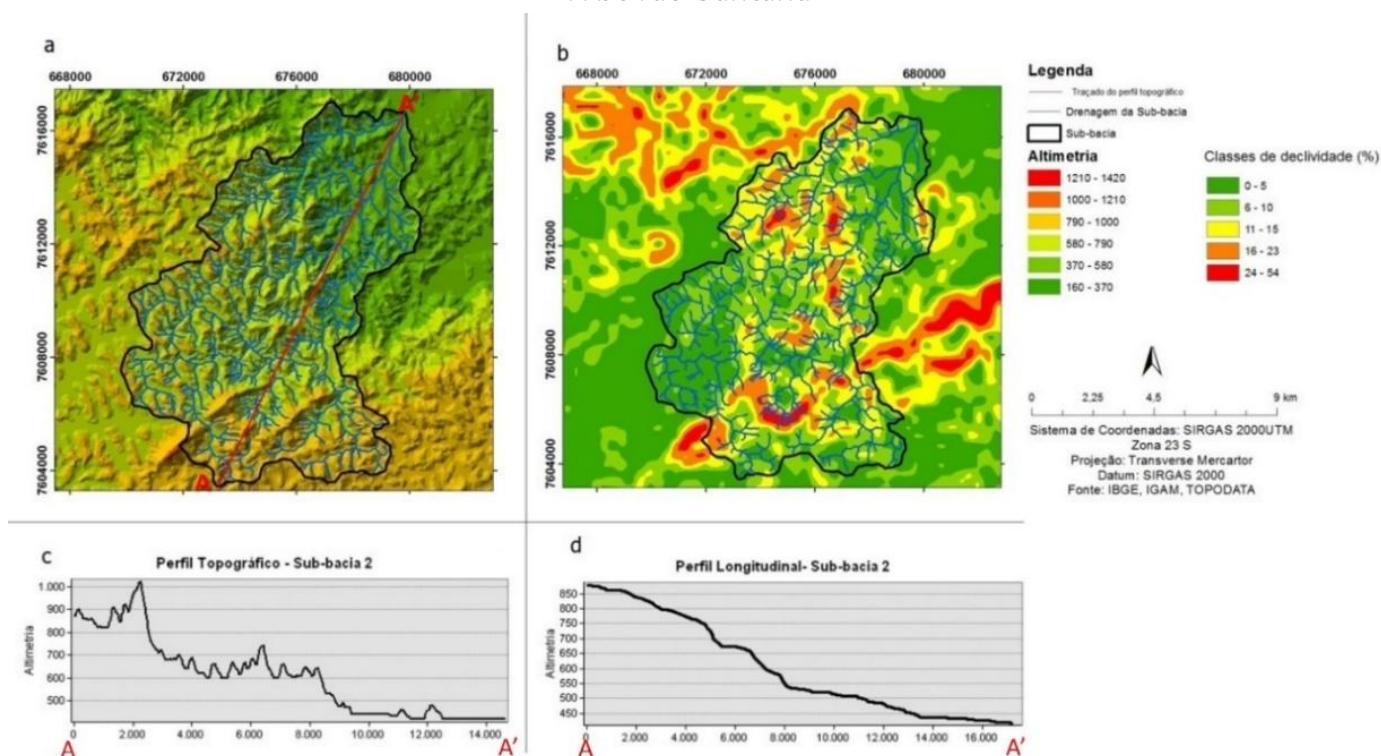
As Figuras 7, 8 e 9 apresentam o mapa de altimetria e declividade, juntamente com o perfil topográfico e o perfil longitudinal do canal principal das bacias. A partir dessas figuras é possível analisar como os afluentes do rio principal, o rio Novo, avançam em direção à frente erosiva do Planalto Juiz de Fora.

Figura 7. Altimetria (a), declividade (b), perfil topográfico (c) e perfil longitudinal (d) da sub-bacia Córrego Liberdade



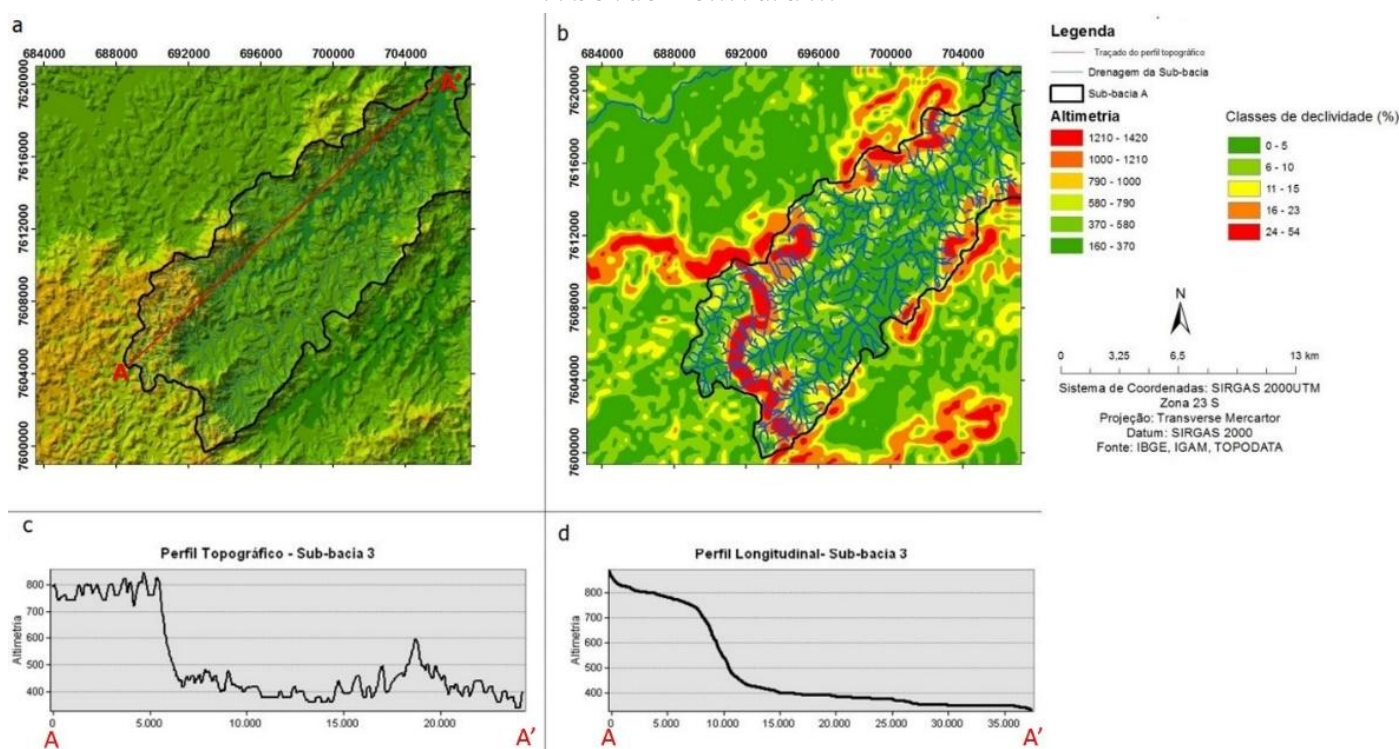
Fonte: Autores (2024)

Figura 8. Altimetria (a), declividade (b) e perfis topográfico (c) e longitudinal (d) da sub-bacia Ribeirão Santana



Fonte: Autores (2024)

Figura 9. Altimetria (a), declividade (b) e perfis topográfico (c) e longitudinal (d) da sub-bacia Ribeirão Bom Jardim



Fonte: Autores (2024)

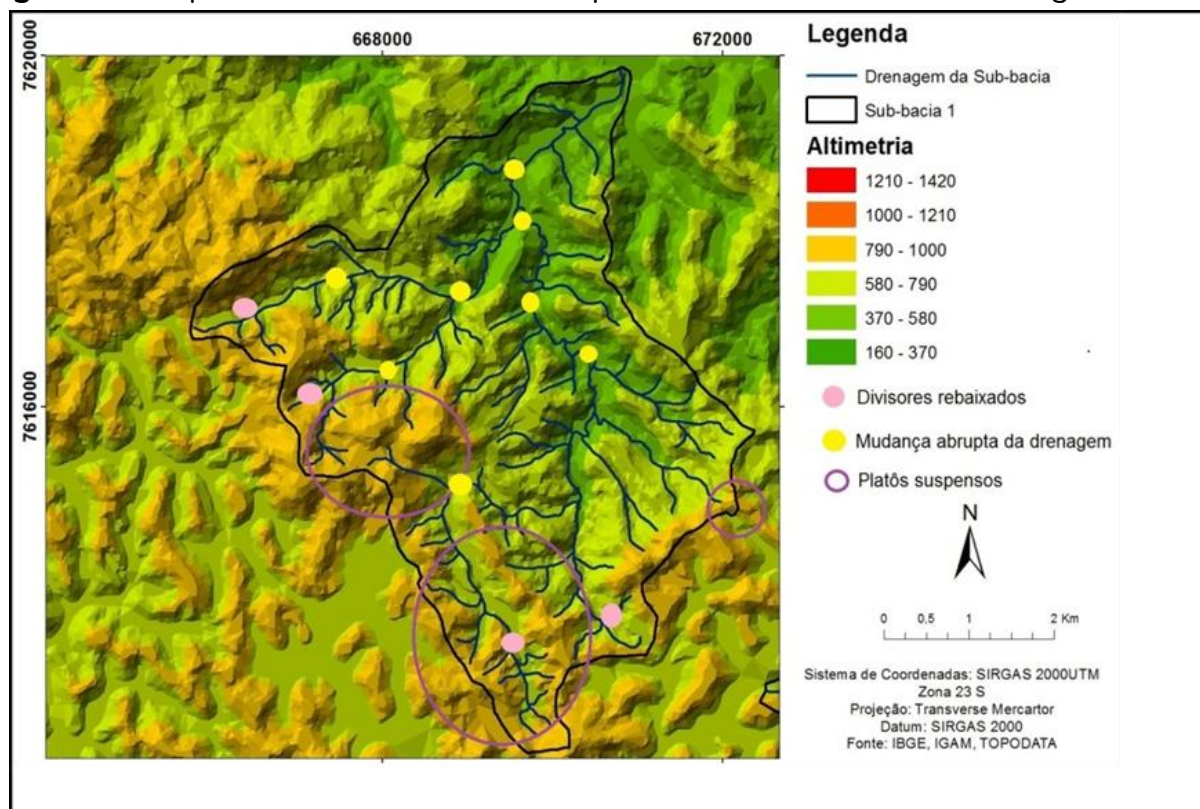
Comparando-se os mapas altimétricos percebe-se que as bacias 1 e 2 apresentam um avanço maior no Planalto Juiz de Fora, possuindo trechos de alto e médio curso inseridos no degrau do planalto. No caso da bacia 3 nota-se somente as cabeceiras inseridas no planalto. As bacias 1 e 2 encontram litologias do Complexo Mantiqueira e da Megassequência Andrelândia, enquanto a sub-bacia 3 está assentada sobre rochas mais resistentes do Complexo Juiz de Fora e, por esse motivo, encontra maior dificuldade em erodir e tem sua rede de drenagem ordenada de acordo com a estrutura predominante, como mencionado no item anterior. Embora essa estruturação seja vista nas três bacias, é mais marcante nesta última.

Destaca-se que os limites da bacia 3 encontram altimetrias próximas das presentes no planalto Juiz de Fora, remanescentes deste. Nas bacias 1 e 2 as maiores cotas altimétricas estão na frente erosiva. Desta forma, a rede de drenagem em 1 e 2 se encontram mais espaçadas, já no terceiro caso, a bacia é mais alongada e os vales são encaixados. Este fato pode ser atestado também se comparando os perfis topográficos e longitudinais, no qual a altimetria da primeira e a segunda bacia decai gradativamente, ao contrário da terceira bacia, que encontra divisores de maiores altitudes e ordenada em degraus.

Sistemas de captura

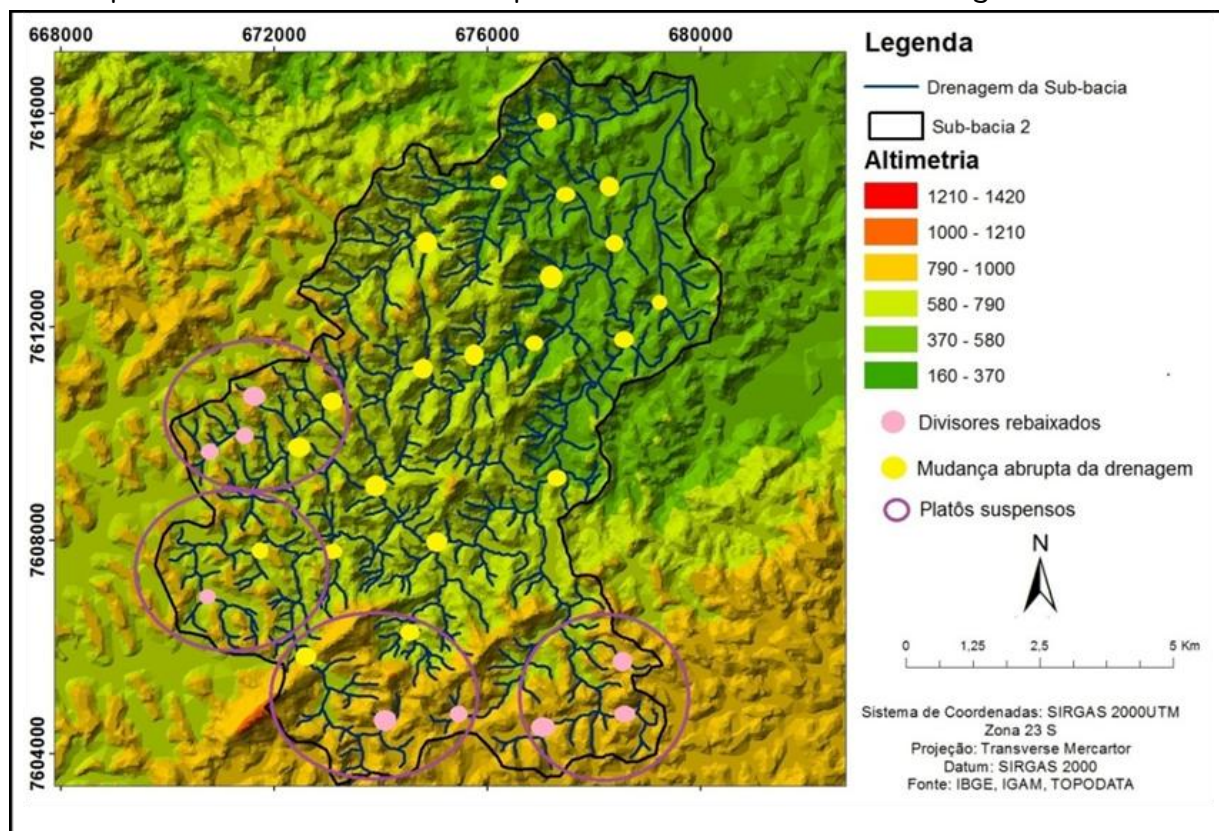
A partir da análise da altimetria e da organização da rede de drenagem das três bacias estudadas, nota-se mudanças abruptas de direção da rede de drenagem, presença de divisores rebaixados e platôs suspensos, três dos sinais de capturas fluviais mais comum que podem auxiliar na compreensão do processo evolutivo da rede de drenagem, assim como possibilita a identificação de controles geológico-geomorfológicos e/ou climáticos na reorganização do arranjo da rede de drenagem (HACK, 1973; CHRISTOFOLETTI, 1977; PAIXÃO et al., 2020). Esses indicativos estão apresentados nas figuras a seguir (Figuras 10, 11, 12).

Figura 10. Mapeamento dos indícios de capturas fluviais - sub-bacia Córrego Liberdade

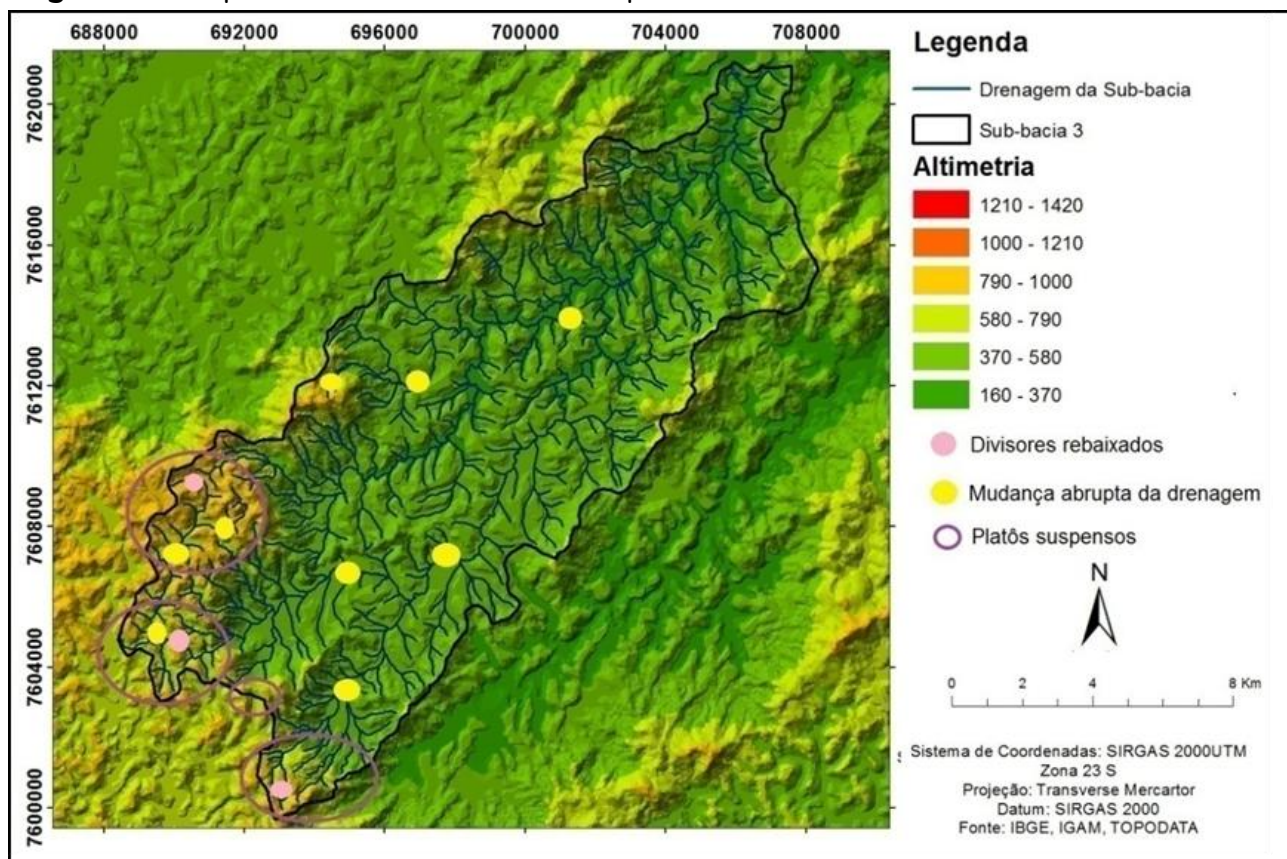


Fonte: Autores (2024)

Figura 11. Mapeamento dos indícios de capturas fluviais - sub-bacia Córrego Ribeirão Santana



Fonte: Autores (2024)

Figura 12. Mapeamento dos indícios de capturas fluviais - sub-bacia Ribeirão Bom Jardim

Fonte: Autores (2024)

Todas as bacias estudadas possuem indícios de capturas de drenagem, e este sistema contribui para o avanço em direção ao planalto Juiz de Fora. Ao que indica, capturas fluviais já foram concretizadas, concentradas no degrau de Juiz de Fora, nos casos das bacias 1 e 2, e concentradas na depressão Rio Pomba, no caso da bacia 3.

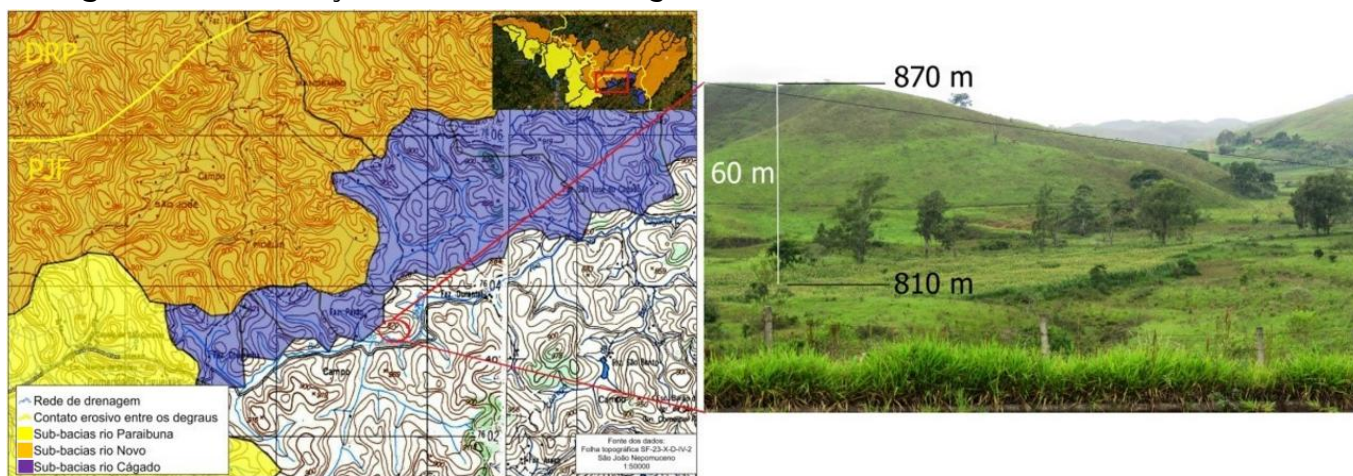
Tem-se também a possibilidade de futuras capturas de drenagem, que podem ser projetadas seguindo-se o alinhamento dos canais, erodindo as encostas de encontro a outros canais. Os divisores rebaixados são indícios de que capturas fluviais já ocorreram entre bacias diferentes, as que drenam em direção ao rio Pomba e as que drenam para o interior do planalto. Sabe-se que o sistema tende a seguir os níveis de base dos canais com maior potencial erosivo, neste caso, os canais inseridos na depressão Rio Pomba.

Da mesma forma, os platôs sugerem o avanço da drenagem em direção ao planalto, capturando os canais fluviais, que antes drenavam para o interior do planalto. Esta nova organização define por onde podem ocorrer os trechos de erosão de maior intensidade da bacia.

Contexto regional – como os processos locais refletem a paisagem regional

Todas as sub-bacias do rio Novo situadas no contato da DRP e do PJF possuem trechos no planalto e correspondem a maioria das cabeceiras e alto curso. Nestes trechos, é possível identificar vales suspensos, cotovelos de drenagem, divisores rebaixados e pequenas gargantas. Estas feições são indícios do avanço da depressão através de processos de captura fluvial, estabelecida pelos afluentes do rio Novo sobre os afluentes dos rios Paraibuna e Cágado. As bacias afluentes do rio Novo possuem níveis de base locais mais baixos do que as bacias circunvizinhas, o que confere a elas maior potencial erosivo (PAIXÃO et al., 2019). A linha de contato erosivo entre os patamares marca uma mudança na paisagem. A morfologia presente no planalto apresenta vales alargados e planos, com as planícies fluviais extensas. Neste degrau, os vales são pouco profundos e a amplitude altimétrica não ultrapassa os 100 metros na maioria dos casos. A Figura 13 mostra uma fotografia de uma sub-bacia do rio Cágado, situada no PJF. Ela exemplifica esta disposição, com topos próximos do fundo do vale e planícies fluviais largas. Neste exemplo, o topo está a uma altitude de aproximadamente 870 m e o vale a 810 m. Neste caso a amplitude altimétrica é de 60 m.

Figura 13. Localização, altitude e morfologia de um vale situado no Planalto Juiz de Fora

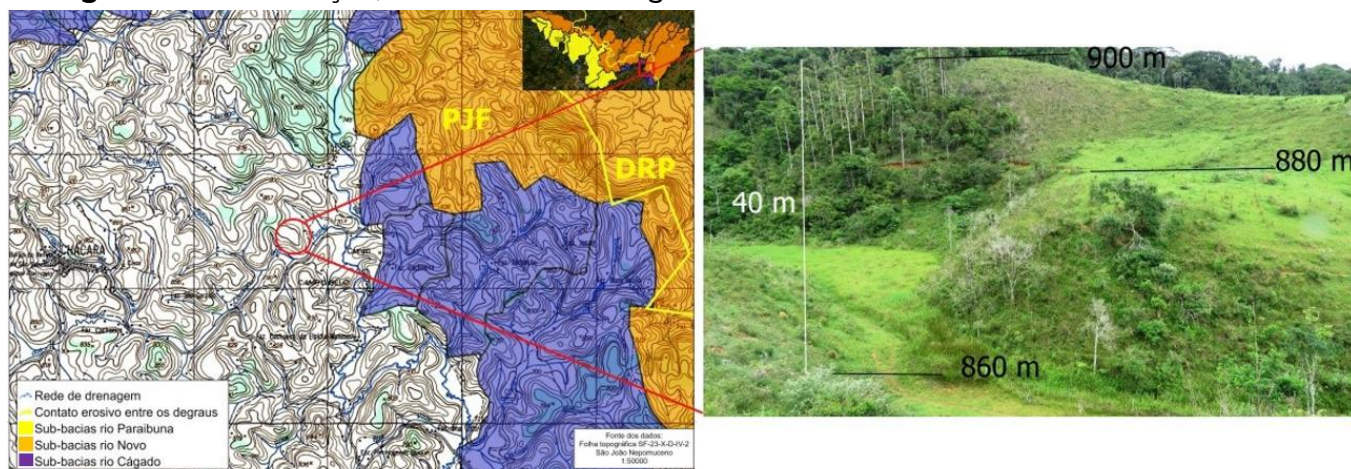


Fonte: Autores (2024)

No interior do planalto a morfologia se apresenta mais estável, sem a presença de terraços e processos erosivos intensos. À medida que se aproxima da faixa de transição para a depressão é possível ver terraços e indícios de processos erosivos mais intensos.

Na Figura 14 é possível ver outra sub-bacia situada no PJF. Nesta imagem pode-se observar a existência de 3 níveis, sendo o atual a 860 m de altitude, um terraço a 880 m de altitude e um nível mais antigo a 900 m. A amplitude altimétrica nesse caso é de 40 metros do primeiro até o último nível. Esse quadro retrata a evolução do relevo no interior do planalto, que ocorre lentamente e de forma mais branda.

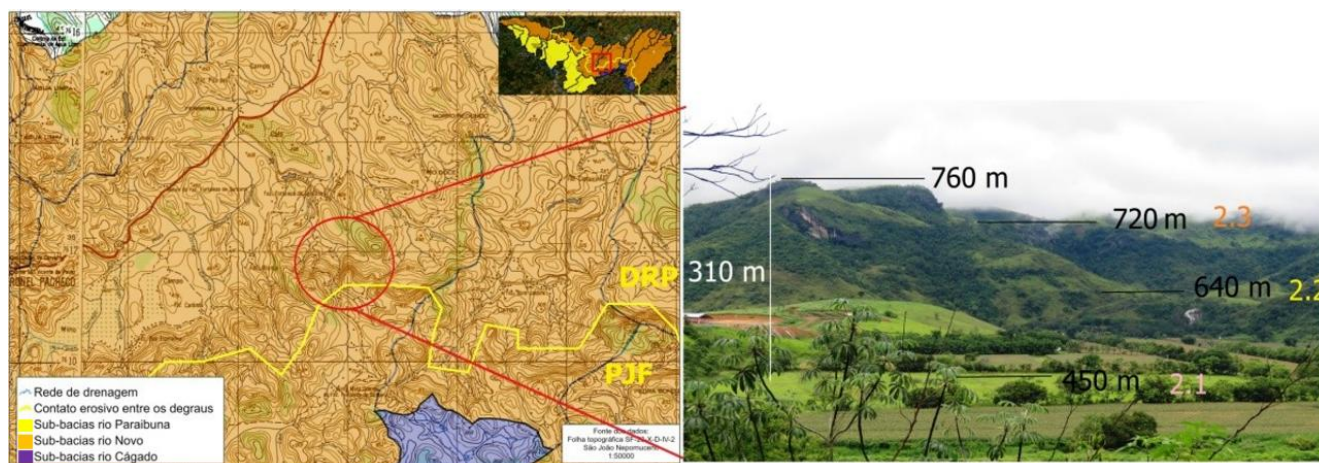
Figura 14. Localização, altitude e morfologia de um vale situado no Planalto Juiz de Fora



Fonte: Autores (2024)

Já na Figura 15, com vista da DRP para a borda do PJF, é nítida a presença de vários níveis, que mostram a evolução do relevo na depressão. Neste exemplo a altimetria varia de, aproximadamente, 450 m (nível de base local da DRP) aos 760 m (nível de base local do PJF). Para a depressão, que seria o degrau 2 da área de estudo, pode-se estipular 3 níveis: 2.1 (aproximadamente 450 m de altitude), 2.2 (aproximadamente 640 m de altitude) e 2.3 (aproximadamente 720 m de altitude). Estes níveis marcam os pulsos erosivos, acontecendo por etapas até escavar até o nível de base atual. Na foto a passagem do nível 2.2 até o 2.1 é marcada por uma queda d'água, que exemplifica a mudança abrupta dos degraus. Neste ponto, os rios nascem no PJF, mas não pertencem às bacias do planalto (Paraibuna e Cágado) e foram capturadas pelos afluentes do rio Novo, e, portanto, atualmente drenam para norte, pertencendo a bacia do rio Novo, um dos principais afluentes da DRP.

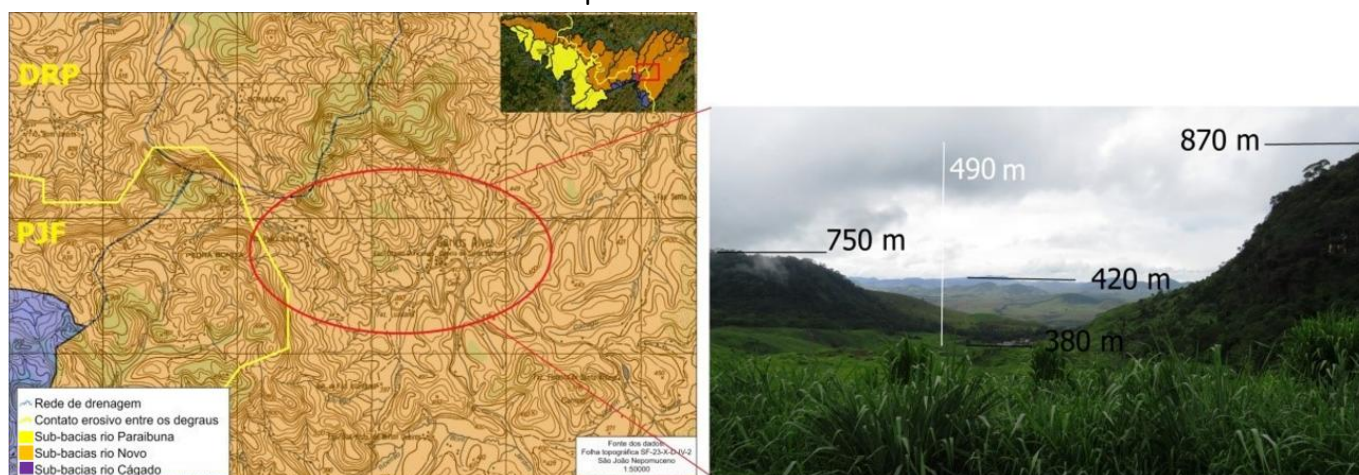
Figura 15. Localização, altitude e morfologia de uma Vista da Depressão Rio Pomba para a borda do Planalto Juiz de Fora



Fonte: Autores (2024)

A Figura 16 mostra outro exemplo da disposição geomorfológica na linha de contato erosivo entre o PJF e a DRP. Neste caso, o desnível dos topos mais elevados (870 m - nível de base local do PJF) até os vales mais rebaixados (380 m - nível de base local da DRP) é de 490 m. Além das cotas extremas é possível notar ao fundo outros dois nivelamentos de topos a aproximadamente 750 m e 420 m de altitude, que marcam outros momentos da evolução geomorfológica da depressão.

Figura 16. Localização, altitude e morfologia na linha de transição do Planalto Juiz de Fora para a Depressão Rio Pomba



Fonte: Autores (2024)

As presenças de nivelamentos topográficos atestam para a constante evolução da paisagem na DRP, juntamente com terraços e outras feições que indicam que o nível de base local mudou ao longo do tempo. Em outros pontos de transição da DRP para o PJF, como no caso do alto curso do canal principal do rio Novo, os processos erosivos e os indícios de avanço da linha de contato erosivo da depressão para o planalto são ainda mais intensos. A figura 17 mostra três fotos registradas no percurso realizado adjacente ao rio Novo, partindo do médio para o alto curso, onde ele leva o nome de rio Piau e, mais próximo da nascente, rio Pinho. A presença de cachoeiras, voçorocas, ravinas, cicatrizes de movimento de massa, altas densidade de drenagem entre outras feições mostram a intensidade do processo erosivo do avanço da DRP em direção ao PJF.

Figura 17 - Indícios do avanço da linha de contato erosivo entre a Depressão Rio Pomba e o Planalto Juiz de Fora no alto curso do rio Novo



Fonte: Autores (2024)

Considerando os resultados encontrados, pode-se afirmar que a frente erosiva do planalto Juiz de Fora no contato com a depressão Rio Pomba está sendo erodida pelos afluentes do rio Novo. Neste contato erosivo, o relevo segue os níveis de base definidos pelos canais tributários do rio Novo.

CONCLUSÕES

Indícios de processos de captura fluvial, como cotovelos de drenagem, divisores rebaixados e morfologias de planaltos suspensos são encontrados nas bacias que drenam para a depressão do rio Pomba e foram mapeadas nas três bacias estudadas. Diante disso, acredita-se que as bacias que drenam para a depressão do rio Pomba promovem capturas fluviais nas bacias adjacentes que drenam para o Planalto de Juiz de Fora. Este processo pode ser explicado pela diferença altimétrica entre os níveis de bases locais das sub-bacias.

Em alguns pontos, a rede de drenagem encontra resistência litológica para erodir, principalmente onde está presente as rochas do Complexo Juiz de Fora. No entanto, encontra caminhos na própria estruturação geológica para se organizar e erodir o planalto. Acredita-se que o ordenamento da rede de drenagem e o sistema de captura fluvial presente nesta área de estudo se estenda para outras sub-bacias, ao longo de toda a zona de contato do planalto Juiz de Fora e da Depressão Rio Pomba.

As principais contribuições deste trabalho são atribuídas à exemplificação de estudos de caso sobre a dinâmica erosiva e evolutiva das encostas e redes de drenagem no contato entre dois platôs que possuem níveis de base locais diferentes. O trabalho auxilia na compreensão dos processos geomorfológicos presentes na área, nas condições geradoras e na paisagem resultante. Os resultados mostram como a interação entre os fatores físicos de escala local influenciam na gênese e evolução das formas na paisagem em escala regional.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo financiamento de bolsa de Doutorado para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N.; BERNARDES, N. Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia, 1958.
- AB'SÁBER, A. N. O domínio dos “mares de morros” no Brasil. In: Geomorfologia. n. 2. São Paulo, 1966. p. 1-9.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO-NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Brazilian Structural Provinces: an introduction. *Earth- Sci*, v 17, p. 1-29, 1981.
- ALMEIDA, F. F. M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 48, p. 15-26 (suplemento), 1976.
- ASMUS, H. E.; FERRARI, A. L. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico da região Sudeste do Brasil. *Série Projeto REMAC*, 4, Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1978. p. 75- 88.
- BRANDALISE, L. A.; RIBEIRO, J. H.; FERRARI, P. G. Projeto Vale do Paraíba do Sul: relatório final. DNPM/CPRM. Belo Horizonte, 1976.
- CHEREM. L.F.S. Retração de escarpas no sudeste do Brasil e suas implicações morfo-pedogênicas, Tese (Doutorado em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.
- CHRISTOFOLETTI, A. Considerações sobre o nível de base, rupturas de declive, capturas fluviais e morfogênese do perfil longitudinal. *Geografia*. v. 2, n. 4, p. 81-102. 1977.
- DUARTE, B. P.; HEILBRON, M.; NOGUEIRA, J. R.; TUPINAMBÁ, M.; EIRADO, L.; ALMEIDA, J. C. H. de; ALMEIDA, C. G.; PRADO, J. A. Da S.; SUCENA, M. M.; SOARES, A. C. P. Mapa Geológico – Folha de Juiz de Fora. Projeto Sul de Minas – Etapa I, 2003. Escala 1:100000.
- EDUARDO, C. C. Cartografia geomorfológica comparada: aplicações no município de Juiz de Fora (MG) como subsídio ao planejamento. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979.
- FERREIRA, F. L. D.; SILVA, T. P. da. Avaliação morfotectônica com base em assimetria de bacias de drenagem em um setor da depressão topográfica do rio Pomba (Palma/MG - RJ). *Revista Mundo Livre*, v. 5, p. 132-147, 2019.
- FREITAS, M. M.; NORONHA, F. A.; FRAIFELD, F. Dinâmica geomorfológica da dissecação dos planaltos no entorno da hidrelétrica de Itaocara, RJ. *GEOgraphia (UFF)*, v. 18, p. 178-204, 2016.
- HACK, J. T. Stream-Profile Analysis and Stream-Gradient Index. *US Geol. Surv. J. Res.* v. 1, n. 4, p. 421-429. 1973.

HEILBRON, M.; C; de; TUPINAMBÁ, M. A Megassinforma do Paraíba do Sul e sua implicação na compartimentação tectônica do setor central da Faixa Ribeira. In: II Simpósio de Geologia do Sudeste, 1991, São Paulo. Resumos Expandidos, São Paulo, 1991. p. 519-526.

HEILBRON, M.; EIRADO, L. G.; ALMEIDA, J. (Org.). Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Rio de Janeiro. Belo Horizonte: Programa geologia do Brasil - CPRM, 2016. Escala 1:400.000.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. da C.; SILVA, L. C. da; TROUW, R. A. J.; JANASI, V. de A. Capítulo XIII - Província Mantiqueira in MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. de. Geologia do Continente Sul - Americano - Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca. 2004, 647 p.

HOWARD, A. D.; DIETRICH, W. E.; SEIDL, M. A. Modeling fluvial erosion on regional to continental scales. Journal Geoph. Research, v. 99 (B7), p. 13971-13986, 1994.

KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 147-266, 1956.

LIMA, A. G. Rios de leito rochoso: aspectos geomorfológicos fundamentais. Ambiência, Guarapuava (PR), v.6 n.2, p.339 - 354. 2010

MARENT, B. R. Geomorfogênese dos degraus escalonados do sudeste de Minas Gerais. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. 190 p.

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. 255-270, 2015.

MARQUES NETO, R.; FERRARO, B. V. Cartografia geomorfológica regional e morfogênese: contribuições metodológicas. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 19, p. 267-281, 2018.

MELO, M. S.; RICCOMINI, C.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F. F. M.; COIMBRA, A. A. M. Geologia e Evolução do Sistema de Bacias Tafrogênicas Continentais do Sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 15, n. 3, 1985 p. 193-201.

MOHRIAK, W. U. Recursos energéticos associados à ativação tectônica mesozóica-cenozóica da América do Sul. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (Ed.). Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 293-318.

OLIVEIRA, L. A. F. A dinâmica fluvial quaternária e a configuração do modelado do relevo no contato entre a Depressão do Rio Pomba e o Planalto de Campos das Vertentes. Dissertação (mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. 224p.

PAIXÃO, R. W. Morfogênese do Sistema Fluvial no Rift Continental Sudeste do Brasil: Endorreísmo e Captura Fluvial. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia e Meio Ambiente, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. 120p.

PAIXÃO, R. W. P.; SALGADO, A. A. R.; FREITAS, M. M. Morfogênese do divisor hidrográfico Paraná/Paraíba do Sul: o caso da sub-bacia do Paraíbauna. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 20, p. 119-136, 2019.

PAIXÃO, R. W. P.; FREITAS, M. M.; ALMEIDA, J. C. H.; SILVA, L. G. E.

Evolução geomorfológica do rio Grande, RJ: Influências geológicas e capturas de drenagem. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 19, p. 303-319, 2018.

PAIXÃO, R. & NUNES, R. & FERREIRA MEDEIROS, J. & MENDES, T. e MOTTA, M. Aspectos morfogenéticos do divisor de drenagem da Serra dos Órgãos (RJ). Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2020.

PAIVA, D. R. de. Cartografia Geomorfológica na região da alta bacia do rio Pombo: mapeamento do relevo como subsídio a compreensão da morfogênese regional. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018. 99 p.

RICCOMINI, C. O Rift continental do Sudeste do Brasil. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. 256 f.

PINTO, C. P.; SILVA, M. A (Org.). Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CODEMIG/CPRM, 2014. Escala 1:1.000.000.

PROJETO-RADAMBRASIL. Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. v 32. Rio de Janeiro: CPRM, 1983, 780 p.

SILVA, T. M.; MONTEIRO, H. S.; CRUZ, M. A.; MOURA, J. R. S. Anomalias de drenagem e evolução da paisagem no médio vale do rio Paraíba do Sul (RJ/SP). Anuário do Instituto de Geociências (Rio de Janeiro), v. 29, p. 210-224, 2006.

SKLAR, L.S.; DIETRICH, W.E. A mechanistic model for river incision into bedrock by saltating bed load. Water Resources Research, v.40, n.6, 2004.

SCHOBENHAUS, C.; BRITO NEVES, B. B. de. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana. CPRM: Brasília, 2003.

TUPINAMBÁ, M.; SILVA, L. G.; HEILBRON, M. O graben de Itaocara, Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. In: IX Simposio Nacional de estudos tectônicos/III International symposium on tectonics, Buzios. Boletim de resumos. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia. p. 305-306, 2003.

VALADÃO, R. C. Evolução de longo termo do relevo do Cráton do São Francisco (desnudação, paleosuperfícies e movimentos crustais). Tese (Doutorado em Geologia sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998. 343 p.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. Applied Geography, v. 32, p.300-309, 2012.

ZALÁN, P. V.; OLIVEIRA, J. A. B. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. Boletim de Geociências. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 269-300, maio/nov. 2005.