

MORFOESTRATIGRAFIA E MORFOTECTÔNICA DO SETOR NOROESTE DA BACIA DO RIO PIRAPETINGA, RESENDE – RJ

Ricardo Vaz Leite 1¹

Renato Rodriguez Cabral Ramos 2²

Maria Naíse de Oliveira Peixoto 3³

402

Resumo. A identificação e mapeamento das unidades morfoestratigráficas e das feições morfotectônicas do setor noroeste da bacia hidrográfica do rio Pirapetinga contribui para o entendimento da evolução do relevo quaternário em uma região adjacente à bacia sedimentar de Resende assim como, em todo o Segmento Central do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB). As reativações neotectônicas ocorridas no Holoceno imprimiram neste setor feições e relevos morfotectônicos esculpidos pelas variações climáticas ocorridas no Quaternário.

Palavras-chave: Quaternário; Morfoestratigrafia; Morfotectônica; Bacia Sedimentar de Resende; Geomorfologia do Quaternário.

MORPHOSTRATIGRAPHY AND MORPHOTECTONICS OF THE NORTHWEST SECTOR OF THE PIRAPETINGA RIVER BASIN, RESENDE - RJ

Abstract. The identification and mapping of morphostratigraphic units and morphotectonic features of the northwest sector of the Pirapetinga river basin contributes to the understanding of the evolution of the Quaternary relief in a region adjacent to the sedimentary basin of Resende as well as in the entire Central Segment of the Continental Rift of the Southeast of Brazil (RCSB). The neotectonic reactivations that took place in the Holocene imprinted on this sector morphotectonic features and reliefs sculpted by the climatic variations that occurred in the Quaternary.

Keywords: Quaternary; Morphostratigraphy; Morphotectonics; Resende Sedimentary Basin; Quaternary Geomorphology.

¹Geólogo, Doutorando no Programa de Pós-graduação em Geologia da UFRJ, Nequat/UFRJ, ricardovazleite@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8574-7717>.

²Prof. Dr. Museu Nacional, UFRJ, rrosos@mn.ufrj.br, <https://orcid.org/0000-0003-4023-6301>.

³Profa. Dra. Instituto de Geociências, UFRJ, marianaisepeixoto@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5518-1588>.

**MORFOESTRATIGRAFIA Y MORFOTECTONICA DEL SECTOR
NOROESTE DE LA CUENCA DEL RIO PIRAPETINGA, RESENDE – RJ**

Resumen. La identificación y mapeo de unidades morfoestratigráficas y rasgos morfotectónicos del sector noroeste de la cuenca del río Pirapetinga contribuye al entendimiento de la evolución del relieve Cuaternario en una región adyacente a la cuenca sedimentaria de Resende así como en todo el Segmento Central de la Grieta Continental del Sudeste de Brasil (RCSB). Las reactivaciones neotectónicas que tuvieron lugar en el Holoceno imprimieron en este sector rasgos morfotectónicos y relieves esculpidos por las variaciones climáticas ocurridas en el Cuaternario.

Palabras clave: Cuaternario; Morfoestratigrafía; Morfotectónica; Cuenca Sedimentaria Resende; Geomorfología del Cuaternario.

Introdução

O rio Pirapetinga é o maior afluente sul-fluminense do rio Paraíba do Sul. Sua bacia hidrográfica de sexta ordem drena uma área de 218,43 km², apresentando uma forma em Tê que indica forte controle tectônico-estrutural (LEITE, 2021). Este setor abrange a borda ativa da bacia sedimentar de Resende que, assim como as de Taubaté, São Paulo, Volta Redonda, fazem parte do Segmento Central do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), definido por Riccomini (1989). A origem do RCSB está relacionada à evolução da margem oceânica do Sudeste brasileiro e a depressão tectônica produzida a partir do Paleógeno que foi preenchida por sedimentos aluviais, sendo recobertas durante o Quaternário por sucessões aluviais, alúvio-coluviais e coluviais muito expressivas em toda a região do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (MOURA; MELLO, 1991).

Desde sua formação no Paleógeno, esta bacia sedimentar e suas bordas sofreram quatro fases tectônicas segundo Negrão *et al.* (2020). Duas fases ocorreram no Quaternário: transcorrência destal E-W, ocorrida no Pleistoceno-Holoceno, responsável pela compartimentação transversal NW-SE dos depocentros do Paleógeno e modificação generalizada da rede de drenagem e a segunda fase distensiva NW-SE holocênica. Fase esta, responsável pela reativação generalizada das estruturas NE-SW do rifte e a geração de importante depocentros no Holoceno. A esculturação do relevo a partir de eventos endógenos deve-se às variações do nível de base e do equilíbrio dinâmico movidos pela alternância climática holocênica, produzindo na periferia de áreas mais elevadas (o maciço alcalino do Itatiaia) os leques aluviais de tálus (LEITE, 2021), bem como diversos terraços de acumulação e paleocanais erosivos nos setores mais baixos.

Localização

O rio Pirapetinga nasce no Maciço do Itatiaia. No setor noroeste, seus afluentes da margem esquerda drenam o Parque Estadual da Pedra Selada e os afluentes da margem direita drenam parte do distrito da Serrinha do Alambari, na APA da Serrinha do Alambari. A área estudada, assim como toda a bacia, encontra-se localizada integralmente no município de Resende, mais especificamente nos distritos da

Capelinha, Serrinha do Alambari, Fumaça e Vargem Grande. O setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga é cortado pelas rodovias estaduais RJ-163, ligando a rodovia Presidente Dutra (BR-116) à divisa com Minas Gerais, no Distrito de Visconde de Mauá, pela RJ-161 que liga a rodovia Presidente Dutra ao distrito da Fumaça e à divisa com o Estado de Minas Gerais e pelas estradas municipais RES-111 e RES-113 que interligam estes distritos às rodovias RJ-163 e RJ-161. A área de estudo compreende as cabeceiras do rio Pirapetinga até a garganta da Fazenda Serrotinho no seu trecho leste-oeste. No trecho norte-sul a área é delimitada pelos cumes da serra da Mantiqueira, ao norte, e pela drenagem da bacia do rio Alambari, ao sul. Os mapas de localização estão apresentados na figura 1, a seguir.

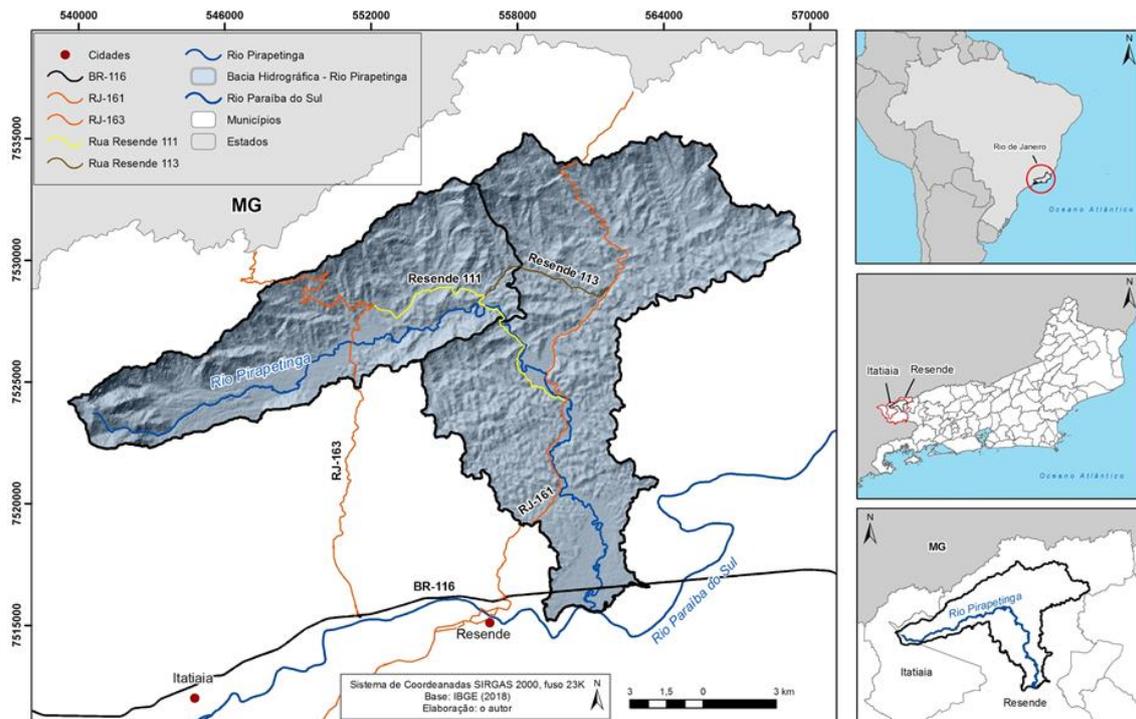


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Pirapetinga, em destaque a área de estudo (LEITE, 2021).

Materiais e Métodos

As técnicas empregadas são predominantemente geomorfológicas e geológicas, em particular, as estratigráficas e estruturais, que incluem: revisão bibliográfica, confecção de perfis sedimentográficos, mapas de feições geomorfológicas, obtenção de

parâmetros morfométricos, interpretações de mapas e cartas topográficas, geomorfológicas e geológicas.

Os mapas geomorfológicos, estrutural e tectônico foram elaborados a partir do software ArcGIS 10.4 tendo como base os dados do IBGE (2018) na escala 1:25.000 para o estado do Rio de Janeiro. Imagens atuais (2018-2019) do Google Earth Satellite Imagery, com resolução espacial de 0,3 m, foram georreferenciadas e utilizadas na identificação e mapeamento das feições geomorfológicas e características relevantes da área de estudo, a interpretação foi subsequentemente cruzada com constatações de campo com a finalidade de refinar os resultados. Já o mapa de compartimentação geomorfológica regional foi feita baseada nos critérios da CPRM, elaborado por Dantas (2000).

Nos locais mais característicos de cada feição deposicional foram realizados perfis sedimentográficos em afloramentos ou exposições escavadas manualmente, segundo o método de Selley (1968). O perfil sedimentográfico constitui a representação gráfica da sucessão vertical de fácies que ocorre em um afloramento e deve representar as características de um conjunto de sedimentos ou de rochas sedimentares tais como granulometria, composição mineralógica, estruturas sedimentares e conteúdo fóssilífero, em uma escala de representação adequada. A construção destes perfis tem como objetivo a elaboração da coluna estratigráfica da unidade. Para a classificação granulométrica nos perfis sedimentográficos e na descrição de campo, utilizou-se as classificações de Wentworth (1922) e Blair & McPherson (1999).

Perfil Longitudinal do rio Pirapetinga: Foram utilizados os seguintes materiais: ortofotos – IBGE (2018); Carta topográfica ITATIAIA-SE-SF-23-Z-A-I-4-SE-25.000 do Banco de Dados Geográficos do Exército Brasileiro (2019); curvas de nível (10 m) e pontos cotados altimétricos - base vetorial contínua do estado do Rio de Janeiro (BC25_RJ) do IBGE (2018); Base cartográfica sobre a litologia - Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (HEILBRON *et al.*, 2016) e os softwares - ArcGIS 10.3, Corel Draw 2018 e Excel 2013.

O perfil longitudinal do rio Pirapetinga foi obtido manualmente através da coleta do comprimento das distâncias entre as cotas de curvas de nível no software ArcGIS 10.3. A última cota foi obtida através do dado de pontos cotados altimétricos. Os dados foram tabulados no software Excel 2013 para a construção do gráfico de dispersão. Ressalta-se que o vetor do rio Pirapetinga teve como base cartográfica a ortofoto do IBGE de 2018 e a carta 12 topográfica ITATIAIA-SE-SF-23-Z-A-I-4-SE- 25.000 do Banco de Dados Geográficos do Exército Brasileiro (2019). A última foi utilizada apenas para identificar o ponto inicial do rio. O perfil longitudinal de uma drenagem corresponde a uma linha que une as altitudes do leito de um rio ao longo de todo o seu percurso, partindo da nascente e indo até a foz. Os estudos sobre perfil longitudinal de rios começaram na Europa, em meados do século XIX, influenciados pela necessidade da navegação fluvial. O perfil longitudinal de um rio está intimamente ligado ao relevo e este por sua vez à litologia, ao clima e à movimentação tectônica, pois corresponde à diferença de altitude entre a nascente e a confluência com outro rio. Por isso, ao analisar o perfil longitudinal desta ou qualquer bacia, é possível constatar sua declividade ou gradiente altimétrico, pois se trata de uma relação visual entre a altitude e o comprimento de um determinado curso d'água, entre a nascente e a foz.

A análise da simetria do rio Pirapetinga foi calculado pelo Fator de Simetria Topográfica Transversa - FSTT (COX, 1994). Este índice varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que os valores mais próximos de zero (0) são demonstrativos de uma bacia simétrica, enquanto que os valores mais próximos de um (1) indicam uma assimetria da mesma. O índice de assimetria se obtém a partir da relação entre a distância do divisor de água da bacia ao eixo central, e a distância entre este eixo central e o canal principal. Os valores são obtidos pela relação $T=Da/Dd$ Sendo Da distancia horizontal entre o canal analisado até o eixo médio da bacia e Dd distancia horizontal entre o divisor de águas da bacia e o eixo médio. Para calcular o índice foram usados intervalos de 2 km representando cada trecho da bacia analisada, utilizando a metodologia descrita por Valézio (2016).

Relação Declividade – Elevação, RDE: O Índice de RDE (Relação Declividade versus Extensão) foi desenvolvido por Hack (1973) sendo capaz de determinar “anomalias” significativas na declividade natural do perfil longitudinal do rio. O RDE tem sido utilizado

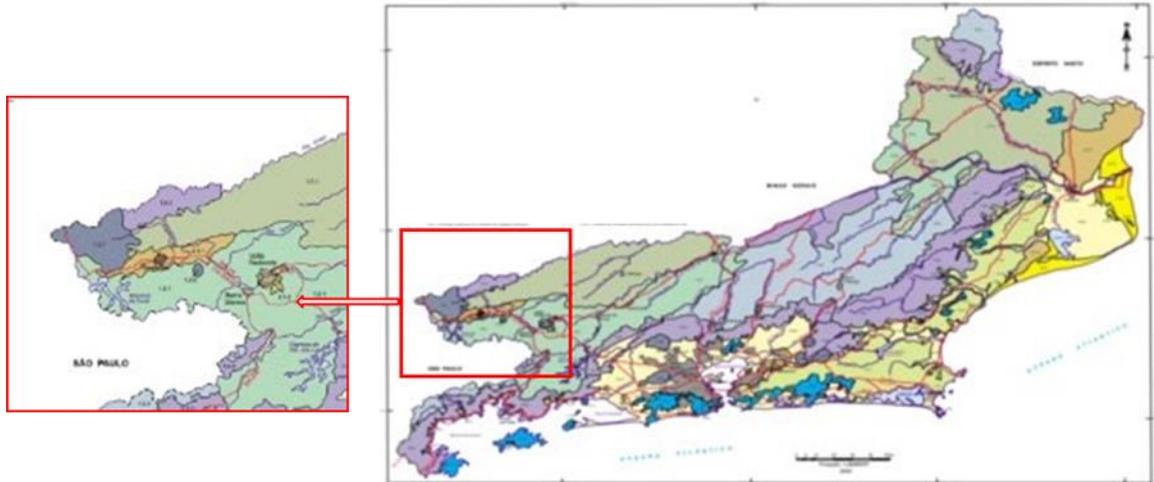
LEITE, RAMOS & PEIXOTO, *Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga, Resende – RJ*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.400

em análises geológico- geomorfológicas das bacias de drenagem e para a detecção de evidências neotectônicas relacionadas às anomalias encontradas nos padrões da rede de drenagem. Para calcular o índice RDE, elege-se o rio de maior extensão e hierarquia fluvial da bacia e aplica-se o cálculo de RDE total, em seguida, dividem-se os segmentos do rio em tamanhos semelhantes e calcula-se o RDE trecho em cada um dos segmentos. O RDE trecho é utilizado para o cálculo de pequenas extensões nas quais o rio principal está sendo dividido.

Caracterização Geomorfológica

A área de estudos está totalmente localizada na Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico (DANTAS, 2000) também conhecido como Faixa Ribeira ou Cinturão Orogênico Ribeira ou ainda Faixa Móvel Ribeira (SILVA, 1999).

Esta morfoestrutura está subdividida em três unidades morfoesculturais (figura 2) e suas respectivas unidades geomorfológicas: Unidade Morfoescultural Maciços Costeiros e Interioranos (Unidade Geomorfológica Maciço do Itatiaia), Unidade Morfoescultural Escarpas Serranas (Unidade Geomorfológica Escarpas Serranas da Serra da Mantiqueira), Unidade Morfoescultural Depressão Interplanáltica com Alinhamentos Serranos (Unidade Geomorfológica Depressão Interplanáltica com Alinhamentos Serranos do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul).



LEGENDA

DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS

1 - CINTURÃO OROGÊNICO DO ATLÂNTICO

1.2 - MACIÇOS ALCALINOS INTRUSIVOS CENOZÓICA

1.2.1 - Maciço De Itatiaia

1.4 - ESCARPAS SERRANAS

1.4.1 - Escarpas da Serra da Mantiqueira

1.7 - DEPRESSÕES INTERPLANÁLTICAS COM ALINHAMENTOS SERRANOS

1.7.1 - Depressão com Serras Alinhadas do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul

2 - BACIAS SEDIMENTARES CENOZÓICAS

2.1. - TABULEIROS DE BACIAS SED.

2.1.1 - Bacia de Resende

Figura 2: Mapa de Unidades Geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro (DANTAS, 2000).

Caracterização Geológica

A área de estudos é constituída por complexos (figura 3) ortoderivados paleoproterozoicos, complexos paragnaíssicos neoproterozoicos e suítes intrusivas neoproterozoicas/eopaleozoicas. Estas unidades do embasamento na região da bacia de Resende ocorrem sob a forma de corpos alongados de direção NE-SW, seguindo o *trend* regional da Faixa Ribeira (HEILBRON *et al.*, 2016).

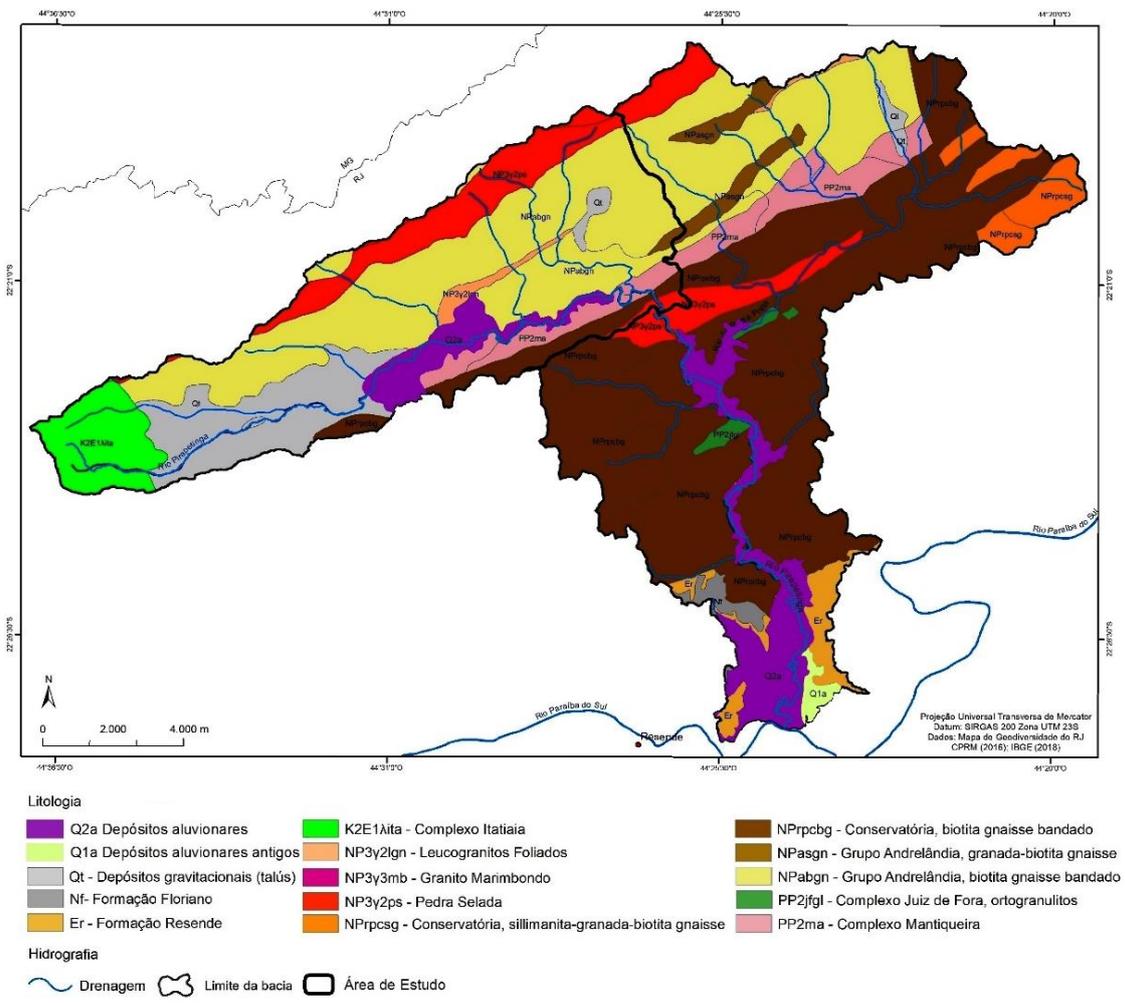


Figura 3: Mapa geológico da bacia do rio Pirapetinga com a área de estudos marcada (LEITE, 2021).

O Maciço Alcalino do Itatiaia (Figura 2 e 3) possui a forma de um corpo alongado com aproximadamente 30 km de comprimento por 4,5 a 11,5 km de largura, com direção SE-NW. Sua evolução se deve a um centro magmático migratório que gerou estruturas aneladas com sucessivos pulsos circulares de SE para NW, composto essencialmente por nefelina-sienitos, foiaítos, brechas magmáticas, nordmakitos, quartzo-sienitos e granitos alcalinos (ROSA; RUBERTI, 2018).

Os depósitos quaternários são compostos por aluviões, depósitos coluviais, leques e depósitos de talús e rampas de alúvio-colúvio (figuras 3 e 4).

Unidades Morfoestratigráficas

Foram mapeadas as seguintes unidades morfoestratigráficas (LEITE, 2021): Leque Aluvial de Tálus, Planície de Inundação, Terraços de Acumulação, Terraço Reafeiçoado e Rampa de Alúvio-Colúvio (figuras 4 e 5).

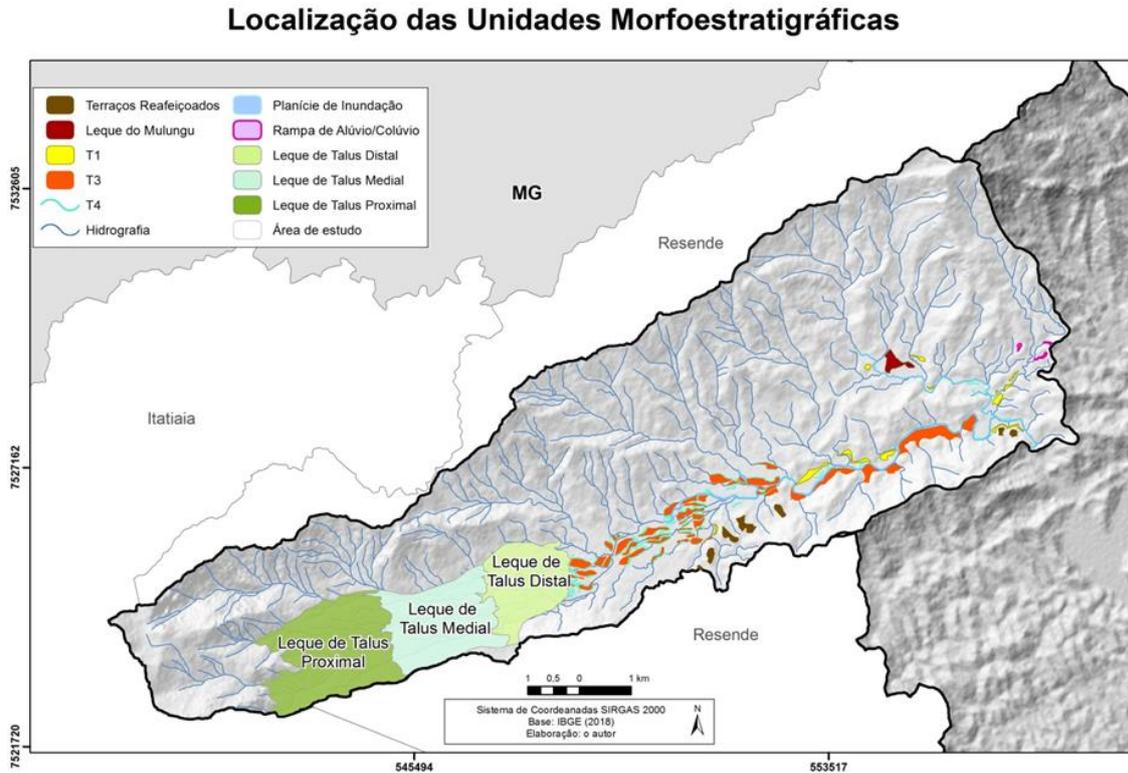


Figura 4: Mapa de unidades morfoestratigráficas (LEITE, 2021)

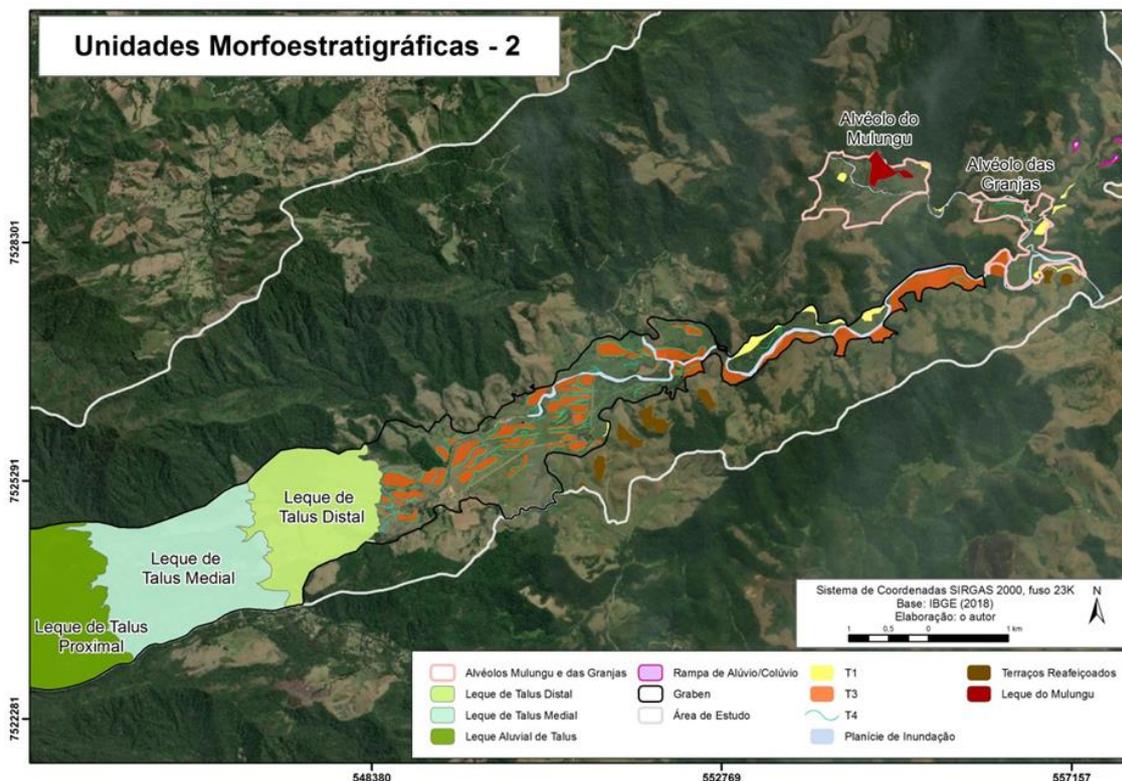


Figura 5: Mapa de unidades morfoestratigráficas (LEITE, 2021)

1) Unidade Morfoestratigráfica Leque Aluvial de Tálus ou Leque de Tálus:

Trata-se de feição encontrada em dois locais na área de estudos (LEITE, 2021): no setor ocidental do gráben do rio Pirapetinga (figuras 6, 7 e 8) e sobre o alvéolo do Mulungu (figura 9). Esta unidade quando recobre o gráben foi dividida em três feições: proximal, medial e distal. Esta divisão foi proposta baseada na quantidade de megacascalho (*sensus* BLAIR; MCPHERSON, 1999) e paleocanais entrelaçados. Em investigações de campo, na parte medial do leque de tálus do sopé do Itatiaia, constatou-se uma espessura deste depósito em torno de 34 m, medida desde o leito do rio até o topo do divisor de águas, na área do Camping Club do Brasil, na Serrinha do Alambari. Esta espessura foi atingida por diversos fluxos gravitacionais e trativos atrelados a uma provável atividade neotectônica.

Litologicamente, esses depósitos são constituídos por ortomegaconglomerados com matriz cascalhosa a arenosa. Os clastos e megaclastos são constituídos predominantemente por rochas alcalinas e, subordinadamente, por rochas do

embasamento proterozoico na unidade sobre o gráben do Pirapetinga. No alvéolo do Mulungu os clastos e megaclastos são formados exclusivamente por rochas do embasamento cristalino proterozoico.

A feição deposicional situada sobre o gráben do rio Pirapetinga (LEITE, 2021) foi estudada pioneiramente por Tupinambá *et al.* (1997) que a subdividiu com base na litologia: Depósito de tálus com fragmento de rocha pré-cambriana (embasamento) e com fragmentos de rocha alcalina. Estes autores situaram o topo do leque entre as cotas de 1.200 a 1.300 m, descendo em uma única rampa até a cota de 700 m. Sugerimos uma classificação baseada na quantidade dos blocos e paleocanais, dividindo o leque em proximal, medial e distal.



Figura 6: Panorama do setor oeste do gráben do Rio Pirapetinga observando-se em primeiro plano a Planície de Inundação e, ao fundo, o leque aluvial de tálus e o maciço do Itatiaia (LEITE, 2021).

Leque Proximal: Situado na Unidade Geomorfológica Maciço do Itatiaia, aproximadamente da cota 1.430 m até a cota 940 m (Unidade Geomorfológica Escarpas Serranas da Serra da Mantiqueira). Apresenta grande quantidade de matacões e blocos (*sensus* BLAIR; MCPHERSON, 1999). A feição “desce” basicamente em uma só rampa,

LEITE, RAMOS & PEIXOTO, *Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga, Resende – RJ*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.400

acompanhando o rio Pirapetinga (figuras 7 e 8). Há uma pequena contribuição uma rampa perpendicular ao fluxo do rio, vinda das Escarpas da Mantiqueira, no Parque Estadual da Pedra Selada. Litologicamente, é composta por fragmentos de rocha alcalina, com escassa ocorrência de grãos de quartzo (Tupinambá *et al.*, 1997).



Figura 7: Matações e blocos na superfície do leque no Camping Club do Brasil, Serrinha do Alambari.



Figura 8: Matacões e blocos no leito do rio Pirapetinga, no Camping Club do Brasil, Serrinha do Alambari.

Leque Medial: Ocorre entre as cotas 940 a 709 m, aproximadamente. Apresenta uma quantidade um pouco menor de matacões e blocos (*sensus* BLAIR; MCPHERSON, 1999) e de paleocanais. Litologicamente é composta por fragmentos de rocha alcalina em sua maioria.

Leque Distal: Estende-se entre as cotas 709 a 570 m, aproximadamente. Apresenta menor quantidade de matacões, raros blocos (*sensus* BLAIR; MCPHERSON, 1999) e escassos paleocanais de rio entrelaçado, cujos depósitos rudíticos são predominantemente formados por clastos de rochas alcalinas.

Outro leque foi mapeado no setor leste da área de estudo (figura 9), denominado de alvéolo do Mulungu (LEITE, 2021), este de menor monta, sendo frequentes clastos tamanho matacão de rochas exclusivamente do embasamento proterozoico.



Figura 9: Panorama do leque de tálus no Alvéolo do Mulungu, ao fundo a escarpa da serra da Pedra Selada.

2) Unidade Morfoestratigráfica Planície de Inundação:

A planície de inundação é uma feição deposicional fluvial associada com um regime climático ou hidrológico particular da bacia de drenagem, bem como a influência de atividades tectônicas que podem condicionar tanto a migração lateral do canal, quando o espaço disponível para estocagem de sedimentos. A carga sedimentar é temporariamente estocada na planície de inundação ao longo do vale e, sob condição de equilíbrio, sem aumento ou diminuição por um longo tempo (anos), a taxa de entrada de sedimentos é igual à de saída. Porém, uma alteração das condicionantes do equilíbrio dinâmico, através de processos tectônicos ou por mudanças no regime hidrológico, incluindo mudanças no aporte de sedimentos e de água, poderá resultar na alteração da planície de inundação e levar a degradação e formação de terraço, ou por outro lado levar à nova agradação (LEOPOLD *et al.*, 1964). As planícies de inundações na área de estudos estão localizadas ao longo do rio Pirapetinga e no ribeirão Boa Esperança, situadas entre as cotas 570 e 480 m no vale do rio Pirapetinga (figura 10)).

LEITE, RAMOS & PEIXOTO, *Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga, Resende – RJ*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.400



Figura 10: Aspecto do canal atual do rio Pirapetinga e de sua Planície de Inundação, observando-se ao fundo a borda norte do gráben.

A planície de inundação neste trecho do rio Pirapetinga e ribeirão Boa Esperança são pouco desenvolvidas devido a estes cursos de água apresentarem forte condicionamento tectônico.

3) Unidade Morfoestratigráfica Terraço de Acumulação T1, T3 e T4:

Foram mapeados 3 níveis de terraços de acumulação: 3 níveis no gráben do Pirapetinga e 2 níveis nos alvéolos do Mulungu e Das Granjas (figuras 11 e 12).

O terraço T1 é anterior à fase de entulhamento dos eixos de drenagem no Holoceno (Evento Manso, ligado a um clima seco), ocorre no gráben do Pirapetinga e em ambos os alvéolos (LEITE, 2021).

Já o terraço T3 teria sido formado quando da mudança de padrão do rio Pirapetinga de entrelaçado para retilíneo, por nova reativação da falha ativa do gráben, seria a planície de inundação entrelaçada do rio Pirapetinga. Relaciona-se à fase de entulhamento dos eixos de drenagem no Holoceno (Evento Manso) e constitui a extensão topográfica, no

domínio fluvial, das rampas de alúvio-colúvio (MELLO, 1992). O terraço T3 é encontrado unicamente na área de estudos, no gráben do rio Pirapetinga.



Figura 11: Aspecto dos terraços T1, T2 (erosivo) e T3, no gráben do Pirapetinga.

O terraço T4 seria os antigos leitos entrelaçados do rio Pirapetinga. Leitos abandonados pelo basculamento do rio Pirapetinga, alterando do padrão entrelaçado para o atual retilíneo, devido à reativação da falha ativa do gráben.

O terraço T2 é o terraço erosivo do terraço T1. Sua formação está ligada ao clima úmido anterior ao Evento Manso. O rio Pirapetinga teria voltado ao seu antigo leito (depósitos trativo, isto é, formado por material de leito de rio) erodindo o terraço T1.

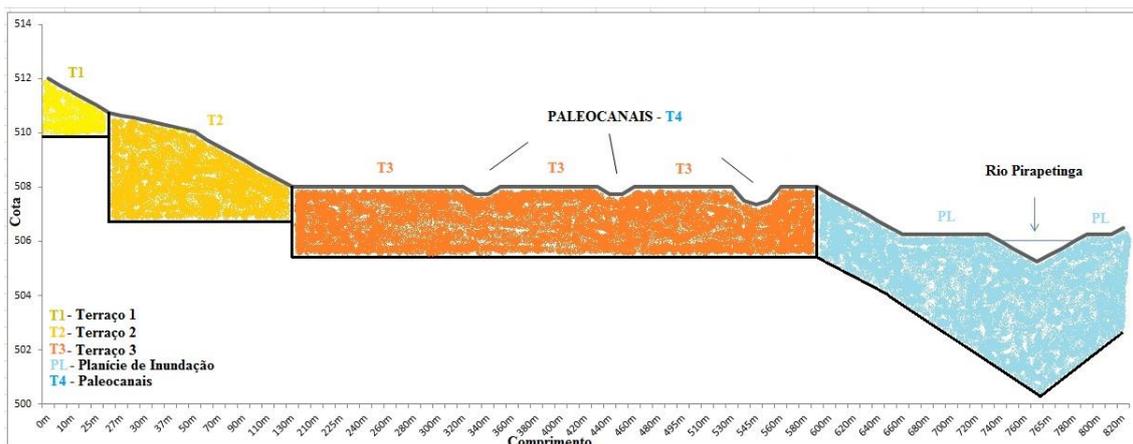


Figura 12: Diagrama com a sucessão dos terraços no gráben do Pirapetinga.

Foi executado um perfil sedimentográfico no terraço T3 (LEITE, 2021) no barranco do rio Pirapetinga (figuras 13, 14, 15 e 16), próximo à borda norte do gráben, nas coordenadas UTM 0550663/7526489, 23K, WGS84. Este afloramento de aproximadamente 3 m apresenta na sua base uma camada de 80 cm de conglomerado sustentado pelos clastos, com seixos e calhaus imbricados, polimítico (rochas alcalinas compoendo 80% do arcabouço). Clastos com tamanho médio calhau grosso (média de 23cm, tamanho máximo 43 cm), subarredondados a subangulosos, matriz de areia grossa a muito grossa seixosa, mal selecionada. Acima, ocorre camada de 85 cm de conglomerado sustentado pelos clastos, tamanho médio calhau grosso (média de 19 cm, tamanho máximo 37 cm), polimítico (rochas alcalinas compõem 80% do arcabouço) com abundante matriz de areia grossa a muito grossa seixosa, lamosa, mal selecionada. A camada que se segue é de areia grossa a muito grossa seixosa, de coloração cinza amarelada e, no topo, camada de areia bem selecionada, castanha acinzentada, bioturbada, sem estrutura observada. Vale notar que não há diferença litológica nem granulométrica nos quatro níveis de terraços. Tendo sido formados por depósitos trativos de leito do rio, indicando que a área drenada continua a mesma.

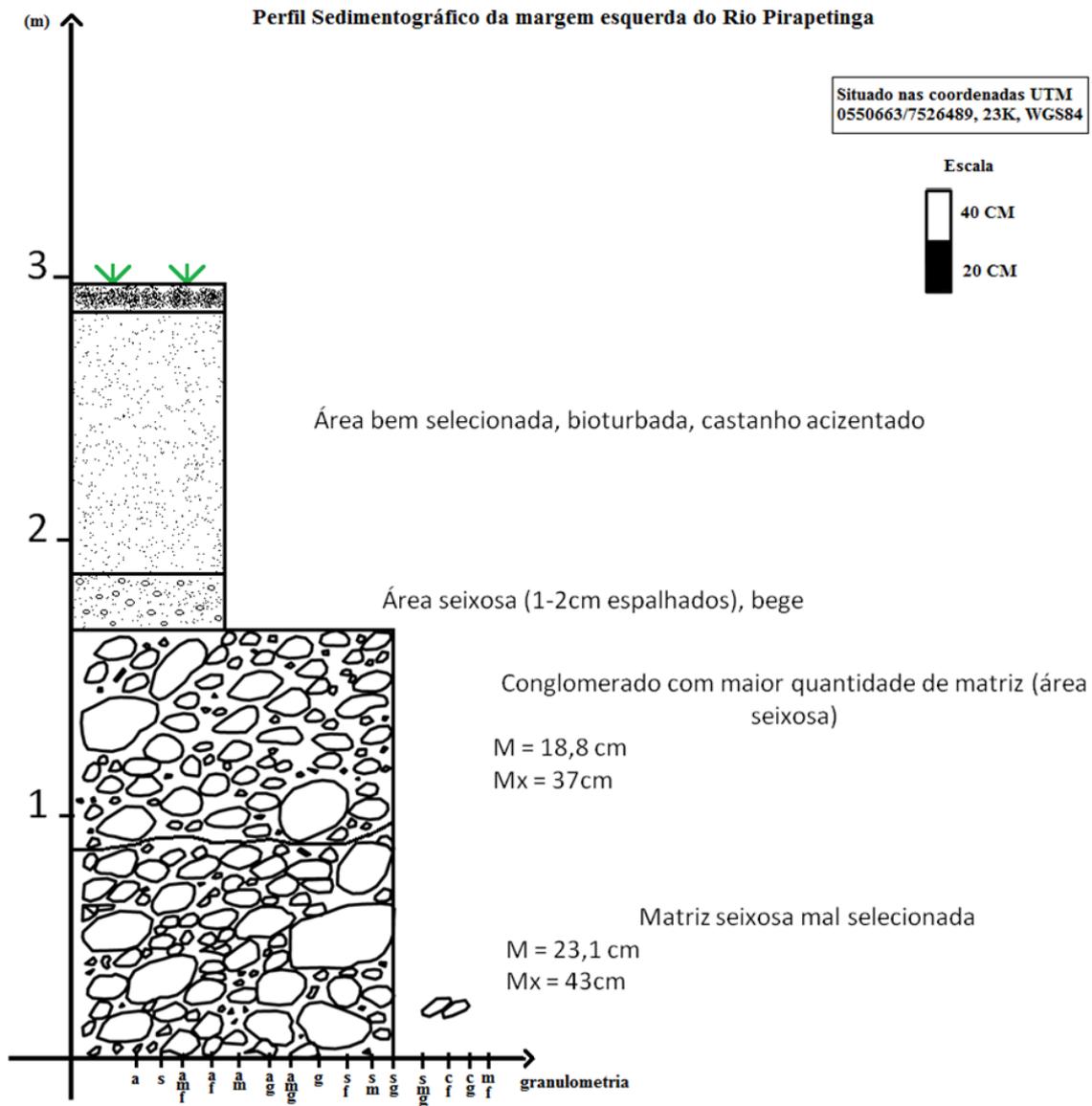


Figura 13: Perfil sedimentográfico no terraço T3 (LEITE, 2021).

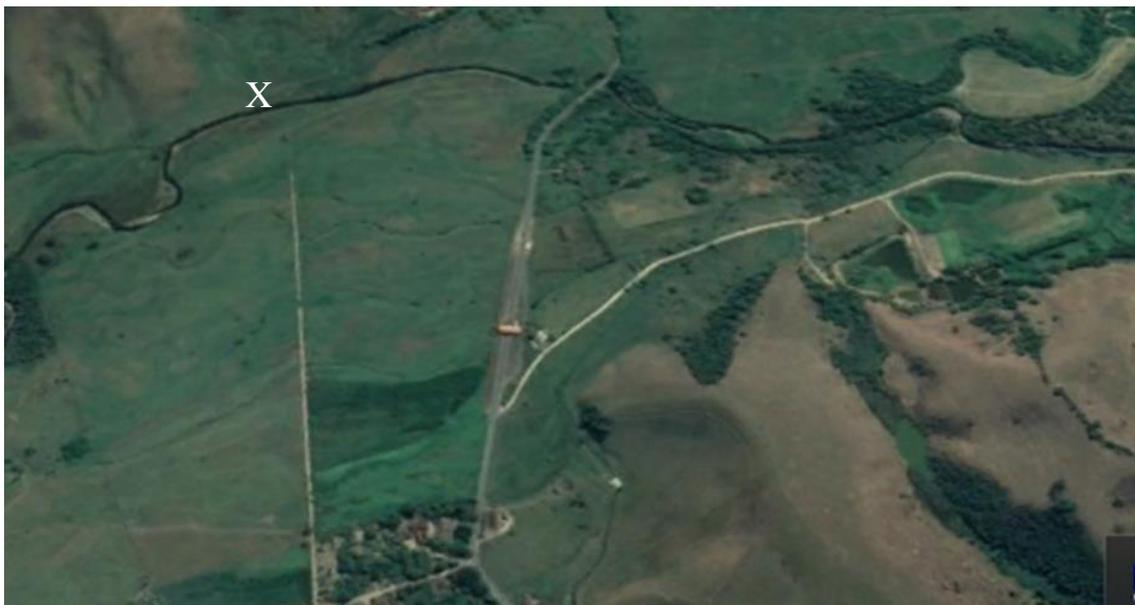


Figura 14: Mapa de localização do perfil sedimentográfico, coordenadas UTM 0550663/7526489, 23K, WGS84 (GOOGLE EARTH, 2020).



Figura 15: Aspecto geral do afloramento da cascalheira fluvial na base do terraço T3, adjacente à borda norte do gráben do Pirapetinga (coordenadas UTM 0550663/7526489, 23K, WGS84).



Figura 16: Detalhe do afloramento da cascalheira da base do terraço T3, observando-se a predominância de calhaus grossos de rochas alcalinas, demonstrando a elevada energia dos fluxos trativos que construíram a paleoplanície de canais entrelaçados (coordenadas UTM 0550663/7526489, 23K, WGS84).

4) Unidade Morfoestratigráfica Terraço Reafeiçoado:

Antigos terraços fluviais (figuras 17,18 e 19) correspondem a feições de fundo de vale topograficamente mais elevadas, com topos arredondados (feições de relevo convexo) e inclinados levemente ao interior dos vales, servindo como interflúvios de drenagens de pequena ordem, como terraços ou ocorrendo como colinas suaves isoladas (LEOPOLD *et al.*, 1964). Encontrados na área sul e sudeste da área de estudo. Litologicamente são compostos por conglomerados grossos com seixos e calhaus arredondados a subangulosos de rochas alcalinas e do embasamento proterozoico, areias e areias lamosas/siltosas, castanha acinzentada, provenientes de sedimentação aluvial ou coluvial, bastante pedogenizados.

O perfil sedimentográfico (figura 20) foi elaborado por De Avelar (2019) com a participação do autor, constituindo a base de um Terraço Reafeiçoado constituído por

uma sucessão de camadas cascalhosas com cerca de 2,6 m de espessura, coberta por espesso pacote de sedimento coluvial areno-lamoso.



Figura 17: Aspecto geral do Terraço Reafeiçoado observando-se no terço inferior do barranco o depósito conglomeráticos



Figura 18: Localização do afloramento (GOOGLE EARTH, 2020).



Figura 19: Aspecto do conglomerado descrito acima, observando-se o arcabouço constituído por seixos arredondados e a consistência da rocha sedimentar proporcionada pelo cimento filossilicático.

Segundo De Avelar (2019), a camada basal com 80 cm de espessura disposta em discordância erosiva sobre o embasamento proterozoico alterado é composta de um conglomerado grosso (clastos variando de grânulo a matacão médio, tamanho médio matacão fino (*sensus* BLAIR; MCPHERSON, 1999), sustentado pelos clastos, maciço, pobremente selecionado, com clastos polimíticos (tanto de rochas alcalinas como de rochas do embasamento proterozoico e quartzo), subarredondados a subangulosos, matriz de areia grossa quartzosa e cimento filossilicático, depositada por fluxo trativo unidirecional em regime de fluxo superior. Acima ocorre camada de areias médias a muito grossas seixosas, com estratificação horizontal, grãos subangulosos a angulosos de quartzo e feldspatos, estratificação horizontal, matriz quartzosa de areia fina e cimento filossilicático depositada provavelmente em regime de fluxo superior e, acima, sucessão de três camadas conglomeráticas com espessuras entre 40-50 cm, registrando

gradonescrescência ascendente, com clastos de tamanho médio calhau grosso na camada inferior e seixo grosso na superior.

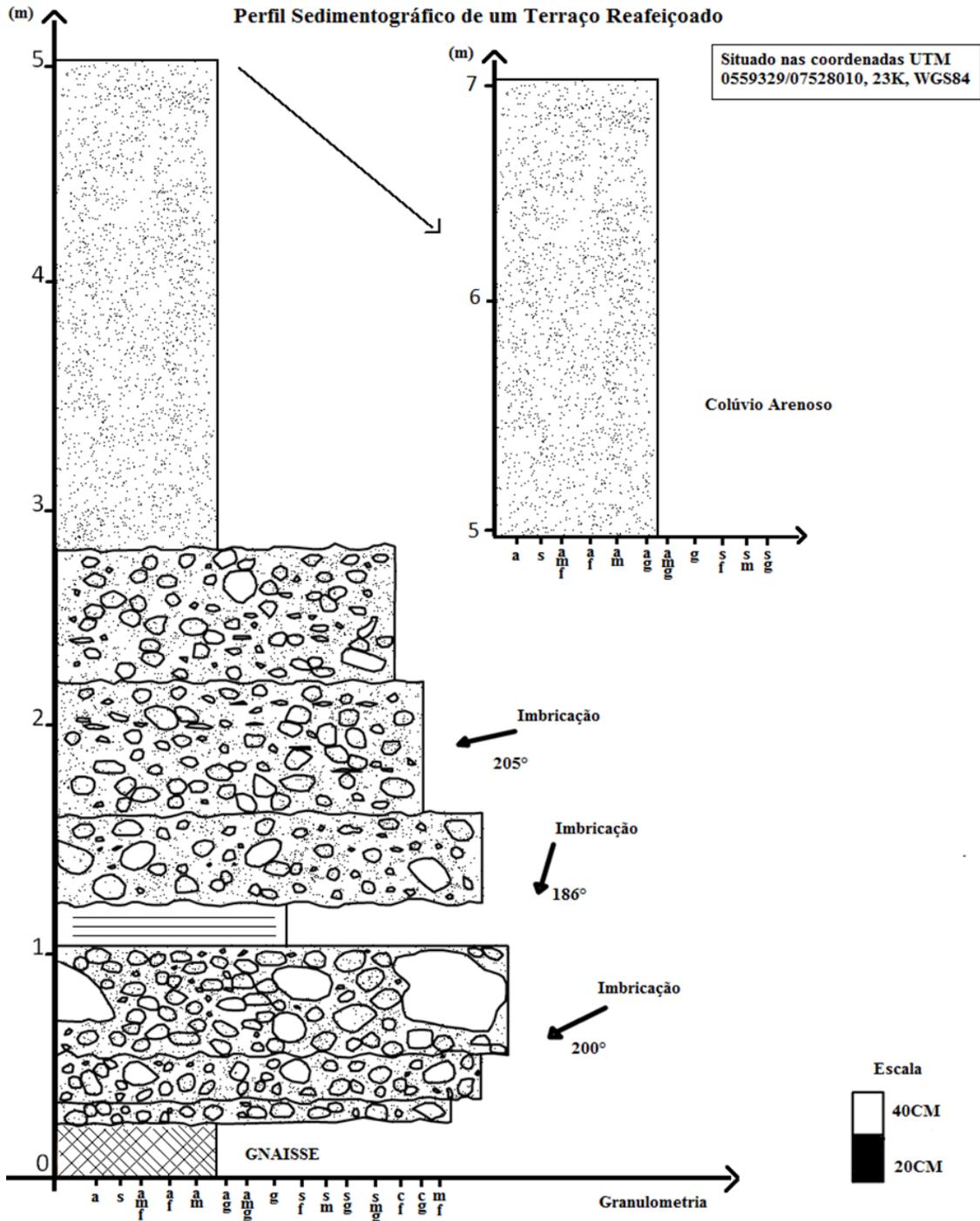


Figura 20: Perfil sedimentográfico de um Terraço Reafeiçoado. (DE AVELAR, 2019 modificado)

Constituem conglomerados sustentados pelos clastos, com estratificação horizontal mal definida, pobremente selecionados, com clastos polimíticos (tanto rochas alcalinas como rochas do embasamento proterozoico) subarredondados a subangulosos, matriz de areia grossa quartzosa e cimento filossilicático, depositada por fluxo trativo unidirecional em regime de fluxo superior. Essa sucessão sedimentar, predominantemente conglomerática, pode ser interpretada como um paleoambiente deposicional característico de ambiente fluvial, constituído por um paleocanal fluvial de alta energia, com paleocorrente para S-SSW, cuja cabeceira estava localizada na região próxima ao Maciço do Itatiaia, drenando ampla área do embasamento. As variações granulométricas presentes na sucessão conglomerática estão relacionadas à variação de energia no fluxo e cada camada representa um pulso deposicional. Acima da cascalheira, corre espesso pacote de areias lamosas de origem colúvio-aluvionar, perfazendo uma espessura medida de 4,3 m.

5) Unidade Morfoestratigráfica Rampa de Alúvio-Colúvio:

Feição deposicional quaternária (LEOPOLD *et al.*, 1964) que integra a dinâmica evolutiva típica das cabeceiras de drenagem (Figuras 21 e 22). Apresenta feição de geometria plana, horizontal a sub-horizontal, inclinada para jusante, encontrada em *hollows* e fundos de vales não canalizados que mostram ruptura entre as encostas laterais e o fundo plano (MOURA; MEIS, 1986). Está associada a uma fase de entulhamento de antigos canais erosivos holocênicos por material alúvio-coluvial (Evento Manso, MELLO, 1992) Poucas rampas de alúvio-colúvio foram encontradas na área estudada, concentradas no extremo nordeste da área, possivelmente devido a um nível de base local. Entretanto, em todo limite sul da área, inúmeros fundos de vale esvaziados são observados e, supomos ser lógico conjecturar que estas feições são decorrentes de antigas cabeceiras de drenagem originalmente preenchidas por rampas ou complexos de rampas de colúvio e rampas de alúvio-colúvio erodidas devido à atual fase erosiva.

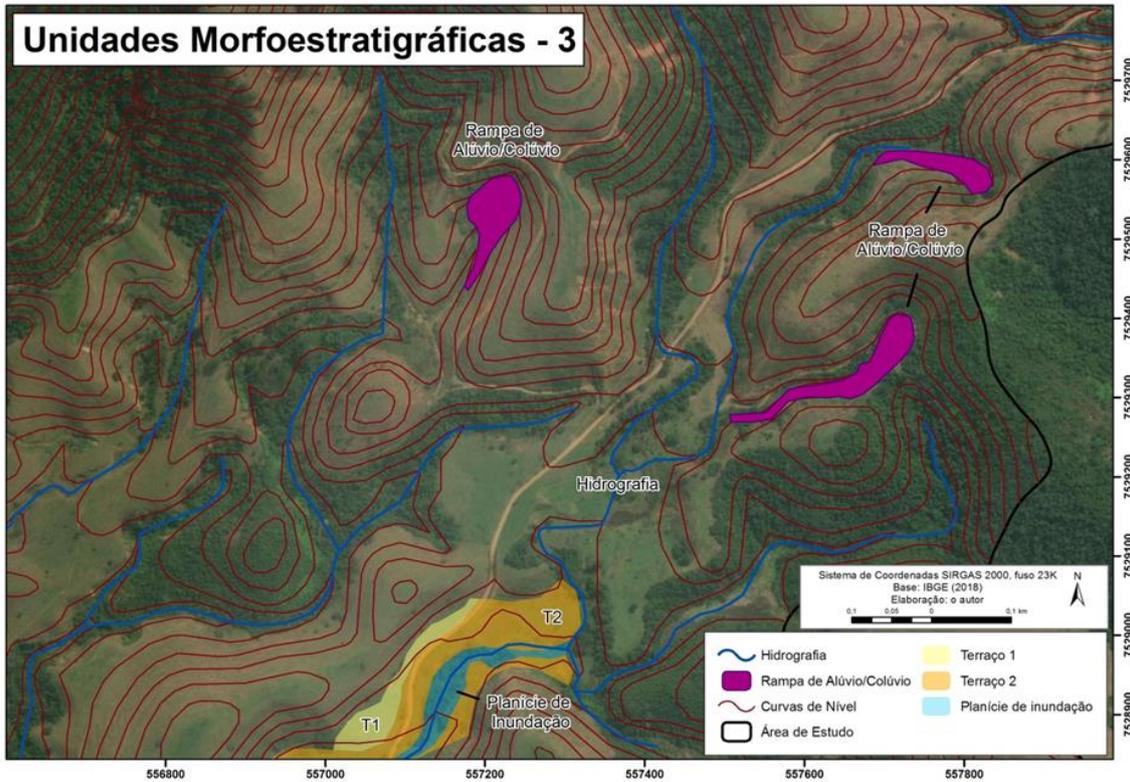


Figura 21: Rampas de alúvio-colúvio (GOOGLE EARTH, 2020).

Localização do Mapa Morfoestratigráfico

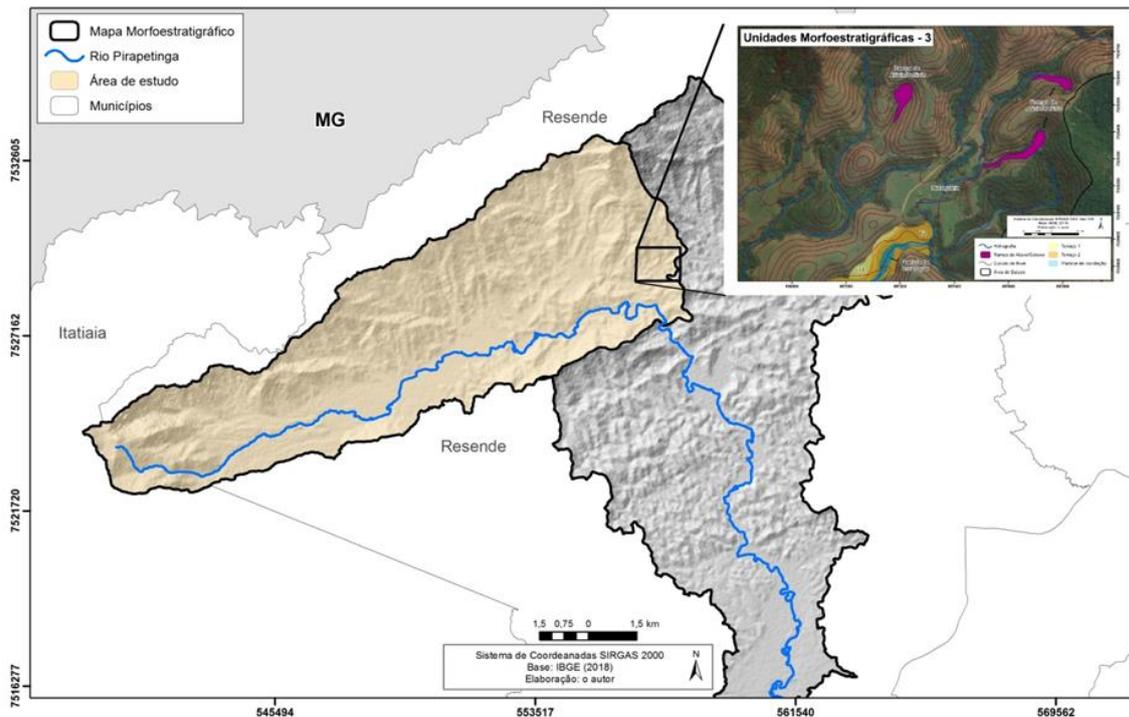


Figura 22: Mapa de localização das rampas de alúvio-colúvio.

Constituem relevo de agradação, de acumulação atual, formando superfícies deposicionais inclinadas constituídas por depósitos de encosta, de composição areno-argilosa a argilo-arenosa, mal selecionada, interdigitados com depósitos das planícies fluviais. Ocorrem de forma disseminada em meio ao domínio de mar-de-morros ou nas fraldas dos alinhamentos serranos (DANTAS *et al.*, 2018).

Feições Morfotectônicas

Na área estudada, algumas feições que indicam controle tectônico puderam ser observadas, tais como facetas triangulares; o próprio gráben do Rio Pirapetinga; a migração lateral com vale assimétrico, assimetria da bacia, estrangulamento do vale, os alvéolos de sedimentação, etc.

As figuras 23 e 24 constituem mapas de feições morfotectônicas.

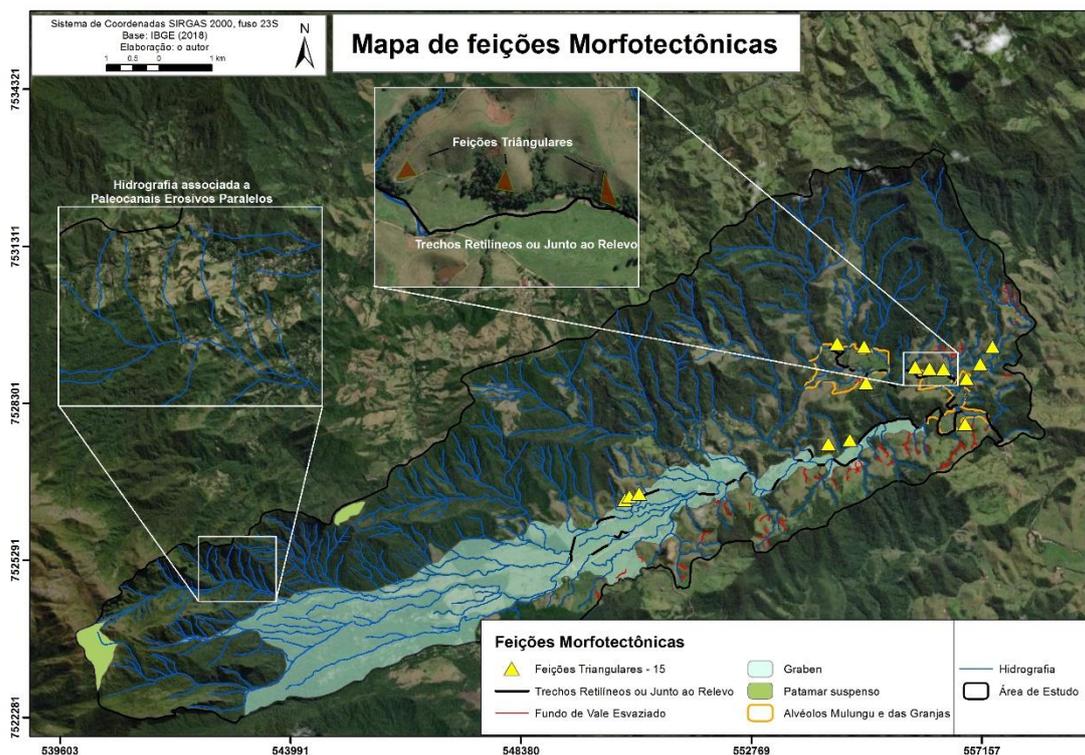


Figura 23: Mapa de feições tectônicas (GOOGLE EARTH, 2019)

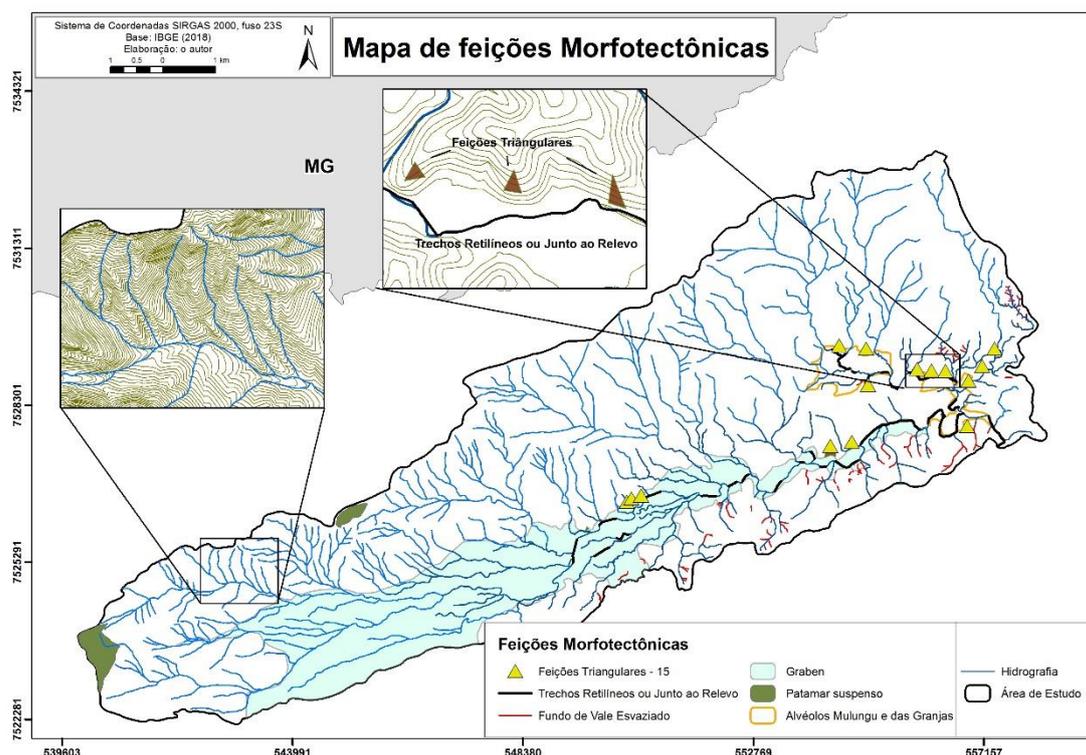


Figura 24: Mapa de feições tectônicas

Foram mapeadas as seguintes feições morfotectônicas:

- 1) Facetas triangulares: representa a face preservada de uma escarpa de falha. Marcam a falha ativa do gráben do Pirapetinga e nos dois alvéolos (Figuras 23 e 724).
- 2) Trechos retilíneos de cursos de água: marcam atividade neotectônica que ocasionou o deslocamento. Trechos dos rios juntos ao relevo colinoso, sem planície de inundação ou outra feição deposicional, indica controle neotectônico (BLAIR, 1987), mantendo estes trechos encaixados. Estes trechos ocorrem na borda ativa da falha (BLAIR, 1987) onde ocorre a deposição mais expressiva dos leques aluviais. Na área de estudos, estes trechos retilíneos apresentam-se junto ao relevo colinoso ou às escarpas da Mantiqueira, indicando atividade da falha sendo então, uma feição neotectônica e não morfoestrutural.
- 3) Paleocanais Erosivos (canais coletores e linhas de drenagem) e Fundos de Vales Esvaziados: Os paleocanais erosivos são encontrados nas escarpas da Mantiqueira, apresentam-se paralelamente entres si devido ao lineamento das

falhas. Já os Fundos de Vales Esvaziados e os Canais Embrejados estão localizados na porção sul da área de estudos e apresentam-se paralelamente, típico do domínio colinoso ou mar de morros.

Discussão

Negrão *et al.* (2020) descreve duas fases neotectônicas holocênicas, que ocorreram nas bacias de Resende e Volta Redonda. A primeira fase pleistocênica-holocênica, de transcorrência dextral E-W responsável pela reativação de falhas NE-SW, responsável pelo realinhamento das drenagens e pela segmentação dos depocentros. A segunda fase holocênica, extensiva NW-SE foi responsável pela geração de importantes depocentros holocênicos e a reativação de estruturas do rifte.

Há evidências morfológicas, na área de estudos, que estas atividades neotectônicas quaternárias tenham ocorrido também na borda norte da bacia sedimentar de Resende. Estas atividades neotectônicas imprimiram no relevo três áreas com declividade entre 0 e 3 %, como mostra o mapa de declividade (figura 25).

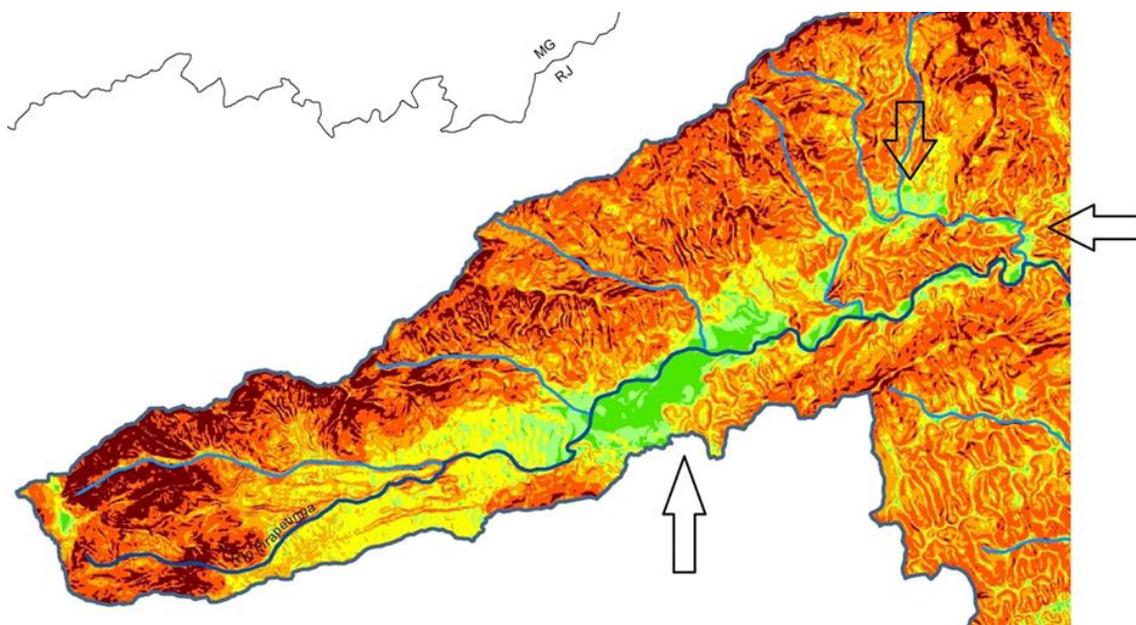


Figura 25: Mapa de declividade. Setas indicam locais com declividade entre 0 e 3%.

Estas áreas são delimitadas por feições triangulares e lineamentos (figura 26).

LEITE, RAMOS & PEIXOTO, *Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga, Resende – RJ*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.400

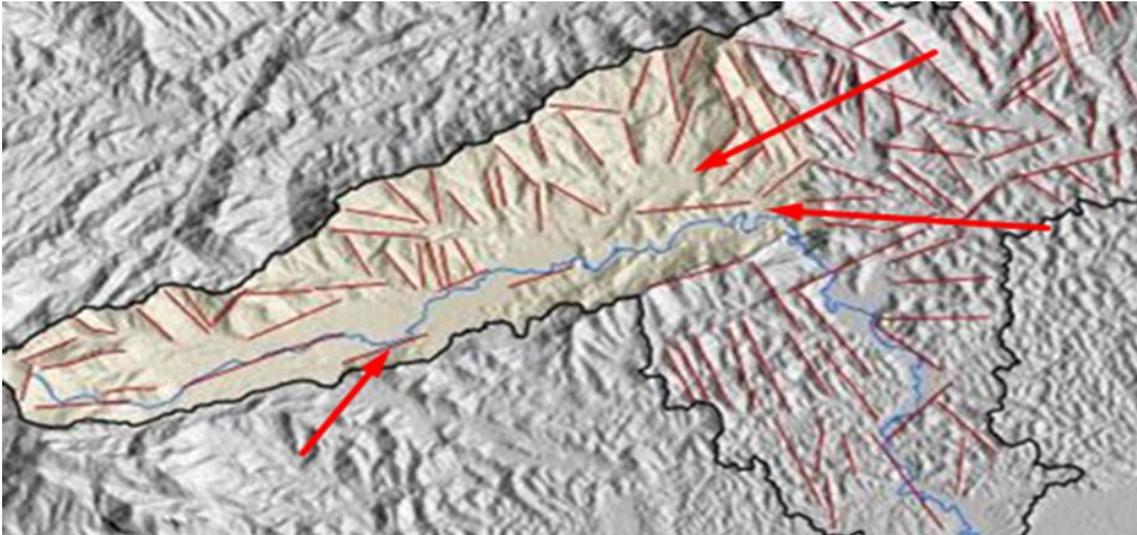


Figura 26: Mapa de lineamentos. Setas indicam lineamentos paralelo.

Apresentam segundo Leite (2021) anomalias no perfil longitudinal (figura 27) do rio Pirapetinga e anomalias de segunda ordem indicadas no RDE real (figura 28).

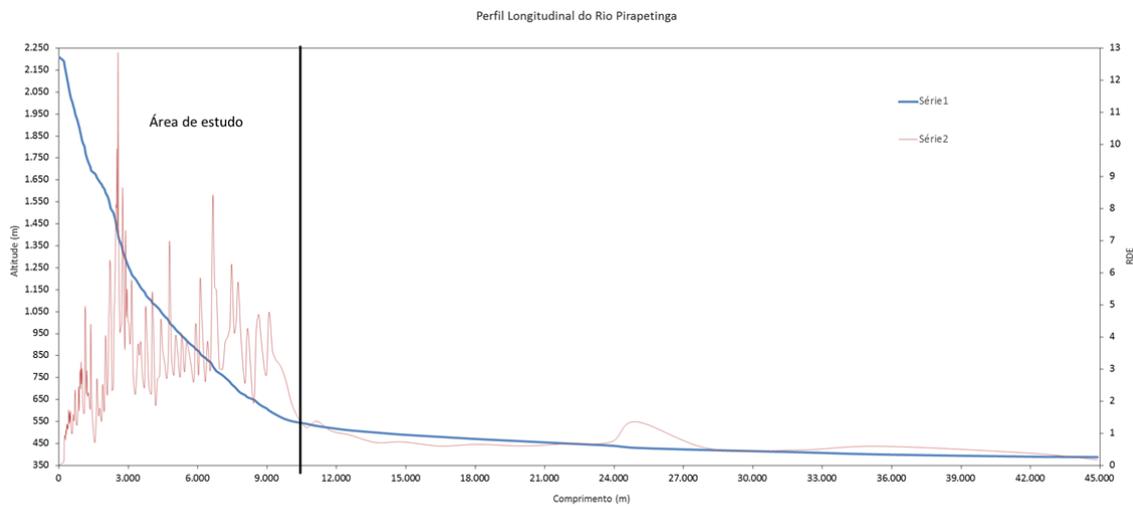


Figura 27: Perfil longitudinal (LEITE, 2021).

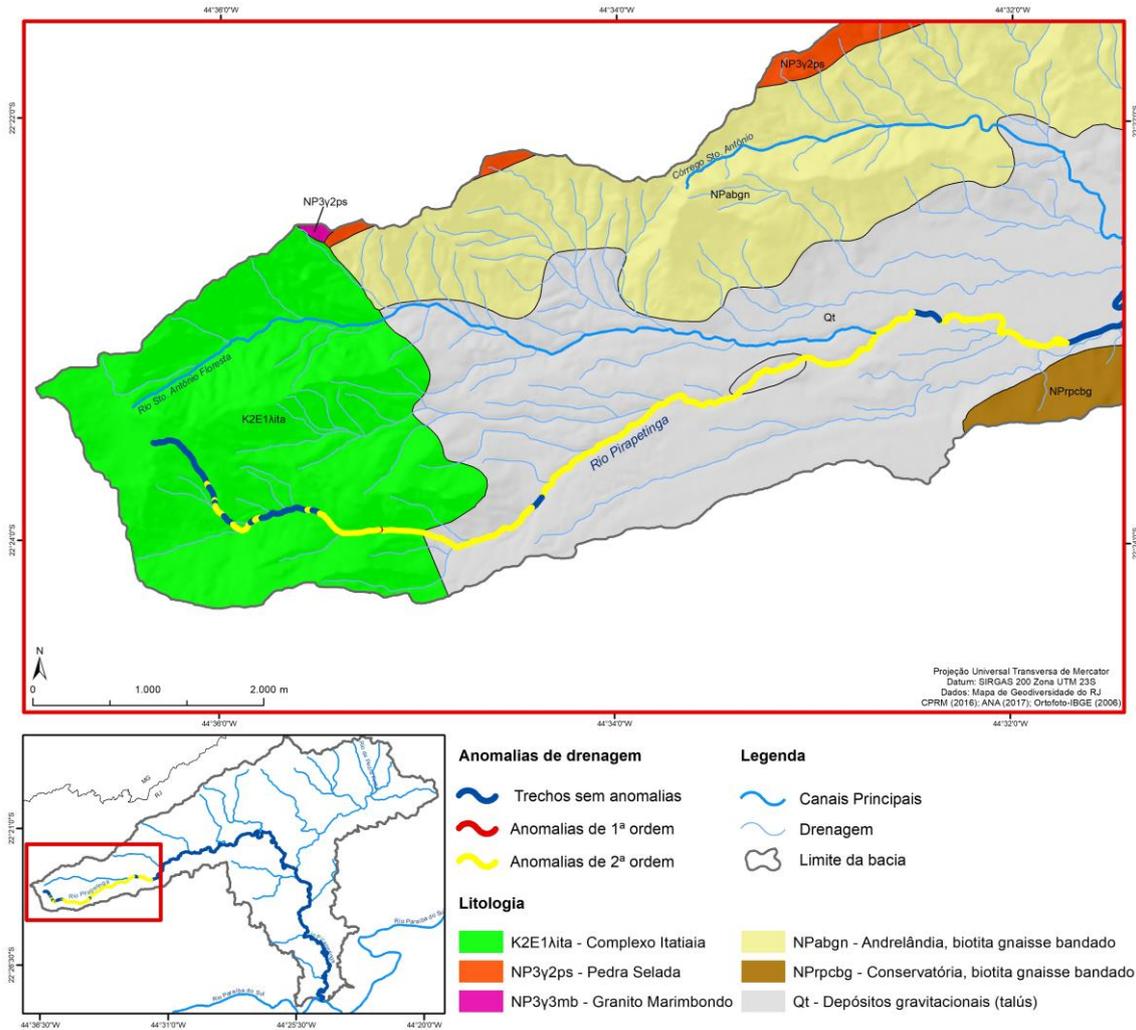


Figura 28: Mapa de anomalias de RDE e litologia no setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga (LEITE, 2021)

Os diversos trechos de canal retilíneo e deslocados (figura 29) assim como pela assimetria da bacia (figuras 30 e 31) indicam que a falha de borda continua ativa, mantendo estes trechos sob controle tectônico.

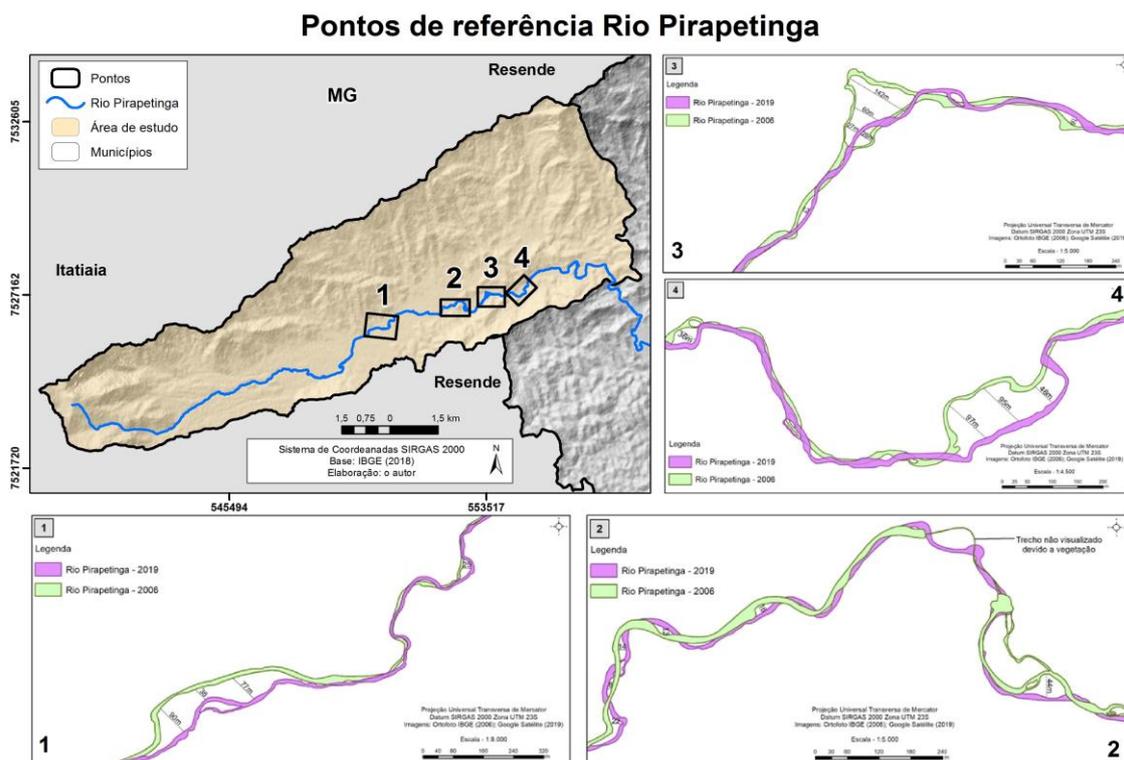


Figura 29: Mapa de localização de pontos com alteração natural no leito do rio Pirapetinga e, posterior condicionamento desses em trechos em trechos retilíneos, indicando atividade da falha de borda (LEITE, 2021).

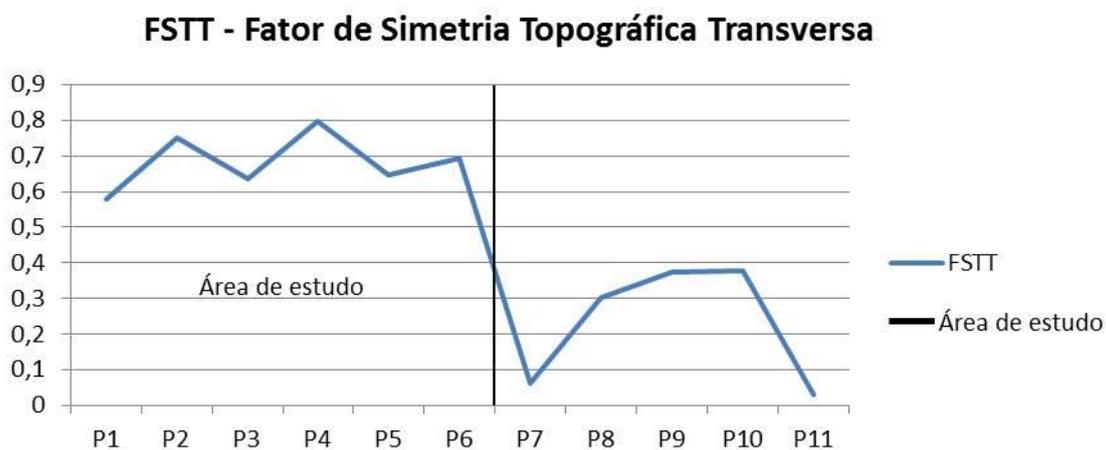


Figura 30: Assimetria da bacia, com destaque para a área de estudo.

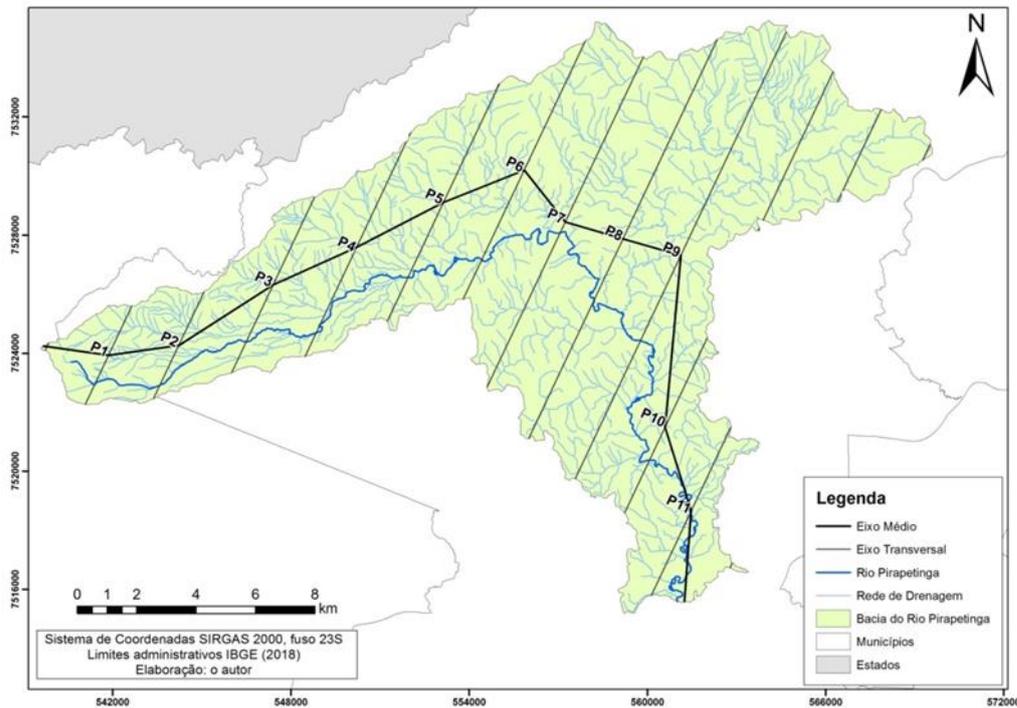


Figura 31: Mapa de pontos para o cálculo do FSTT.

Conclusão

Baseados nas evidências geomorfológicas acima expostas, propomos a seguinte evolução do relevo para o setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga:

Foram identificados três depocentros quaternários, pela interpretação e análise do perfil longitudinal, RDE real da área de estudos, pela interpretação dos mapas de declividade e lineamentos e no mapeamento das feições morfológicas e morfotectônicas. Estes depocentros são o Gráben do Pirapetinga, o Alvéolo do Mulungu e o Alvéolo das Granjas, cujas morfogêneses estão relacionadas com as duas fases neotectônicas quaternárias identificadas nas bacias de Resende e Volta Redonda.

- Com base no mapeamento das unidades morfoestratigráficas e das fases neotectônicas quaternárias, propomos a seguinte evolução do relevo:

Primeira fase pleistocênica-holocênica: formação dos alvéolos do Mulungu e das Granjas, deposição do Terraço T1 no alvéolo das Granjas e reierarquização da rede de drenagem em clima mais úmido. Formação de rampas de alúvio-colúvio na região dos alvéolos.

LEITE, RAMOS & PEIXOTO, *Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga, Resende – RJ*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.400

Segunda e atual fase tectônica holocênica: Implantação do gráben do Pirapetinga, deposição do terraço T1 no gráben, nova reierarquização da drenagem e formação do terraço erosivo T2 no gráben.

- Em meados do Holoceno, da região do médio vale do rio Paraíba do Sul foi marcada por um significativo evento deposicional, denominado evento Manso, caracterizado por uma produção elevada de sedimentos que excedeu a capacidade de transporte dos canais fluviais, proporcionando o entulhamento dos fundos dos vales e das cabeceiras de drenagem. Nesta fase climática e em sua implantação, houve a deposição dos leques aluviais de tálus (no gráben e no alvéolo do Mulungu), de rampas de alúvio-colúvio (principalmente na região do gráben) que formaram a paleoplanície entrelaçada do rio Pirapetinga sobre o gráben do Pirapetinga.

- Nova mudança climática holocênica, para o clima atual mais úmido: Nesta fase atual de clima úmido, foram dissecadas as rampas de alúvio-colúvio em toda a região (dissecadas em fundos de vale esvaziados exceto em pouquíssimas rampas ainda existentes no setor nordeste da área de estudos, devido ao controle de um nível de base local).

- O rio Pirapetinga e o ribeirão Boa Esperança passam a ter alguns trechos com padrão retilíneo e deslocados para uma margem, segundo o *trend* NE-SW da falha ativa da borda norte da bacia sedimentar de Resende, fazendo com que o rio Pirapetinga abandone sua então planície entrelaçada, formado assim o terraço erosivo T3 e nos antigos canais entrelaçados o terraço T4 e indo de encontro às escarpas da Mantiqueira.

- Propomos que a atual fase neotectônica esteja ainda ativa. Essa proposição se baseia na análise da assimetria do vale fluvial, na disposição dos leitos abandonados e na análise das variações na posição de trechos no leito do rio Pirapetinga e do ribeirão Boa Esperança, entre 2006 e 2019, passando de meandrante a retilíneo.

Referências Bibliográficas

- BLAIR, T.C. Sedimentary processes, vertical stratification sequences, and geomorphology of the Roaring River Alluvial Fan, Rocky Mountain National Park, Colorado. **Journal of Sedimentary Research**, 57(1): 1-18, 1987.
- BLAIR, T.C.; MC PHERSON, J.G. Grain-Size and textural classification of coarse sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Research**, 69:6-19, 1999.
- COX, R.T. Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment. **Geol. Soc. Am. Bull.**, v. 106, p. 571-581, 1994.
- DANTAS, M.E. **Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília, CPRM:75p, 2000. www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/.../Projeto-Rio-de-Janeiro-3498.html.
- DANTAS, M.E.; ESTRELLA, L.G.; SHINZATO, E. **Carta de padrões de relevos**. CPRM, 2018. www.igeo.cprm.gov.br
- DE AVELAR, V.L.C.R. 2019. Estudo dos minerais pesados detríticos em depósitos aluviais quaternários da bacia hidrográfica do rio Pirapetinga, município de Resende (RJ). **Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização - Geologia do Quaternário**, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 123p.
- EXÉRCITO BRASILEIRO 2019. Brasília (DF). Banco de Dados Geográficos do Exército Brasileiro, folhas Itatiaia-NE (1969), Itatiaia-SE (1968), Pedra Selada (1981) e Resende (1990), escala 1:25.000.
- GOOGLE EARTH, website. <http://earth.google.com/>, 2019/2020.
- HACK, J. T. 1973. Stream-Profile analysis and stream gradient index. **Journal Research U.S. Geol. Survey.**, 1(4): 421-429.
- HEILBRON, M.; ALMEIDA, J.C.H de; SILVA, L.G.E.; PALERMO, N.; TUPINAMBÁ, M.; DUARTE, B.P.; VALLADARES, C.; RAMOS, R.R.C.; SANSON, M.S.R.; GUEDES, E.; GONTIJO, A.; NOGUEIRA, J.R.; VALERIANO, C.; RIBEIRO, A.; RAGATKY, C.D.; MIRANDA, A.; SÁNCHEZ, L.; MELLO, C.L.; ROIG, H.L.; DIOS, F.B.; FERNÁNDEZ, G.; NEVES, A.; GUIMARÃES, P.; DOURADO, F.; LACERDA, V.G. CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. Brasília (DF), 2016. **Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro em parceria com a UERJ**, apresentadas em escala 1:250.000 e 1:50.000, respectivamente.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 2018. Brasília (DF). **Mapa da Geodiversidade do Rio de Janeiro**, escala 1:250.000.
- LEITE, R.V. Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga, Resende – RJ. **Dissertação de Mestrado** – Museu Nacional, UFRJ, Rio de Janeiro, 150 p, 2021.
- LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. **Fluvial processes in Geomorphology**. San Francisco: Freedman, 319 p., 1964.

LEITE, RAMOS & PEIXOTO, *Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga, Resende – RJ*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.400

- MELLO, C.L. Fácies sedimentares, arquitetura deposicional e relações morfoestratigráficas em um sistema de leques aluviais Holocênicos: Aloformação Manso – médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ). Rio de Janeiro. **Dissertação de Mestrado**, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 188p, 1992.
- MOURA, J.R.S.; MEIS, M.R.M. Contribuição à estratigrafia do Quaternário Superior no médio vale do Rio Paraíba do Sul - Bananal, SP. **An. Acad. bras. Ciênc.**, 58(1):89-102, 1986.
- MOURA, J.R.S.; MELLO, C.L. Classificação aloestratigráfica do Quaternário Superior na região de Bananal (SP/RJ). São Paulo. **Rev. Brasil. de Geoc.**, 21(3):236-254, 1991.
- NEGRÃO, A.P.; MELLO, C.L.; RAMOS, R.R.C.; SANSON, M.S.R; LOURO, V.H.A; BAULI, P.G Tectonosedimentary evolution of the Resende and Volta Redonda basins (Cenozoic, Central Segment of the Continental Rift of Southeastern Brasil). **Journal of South American Earth Sciences**, 104(2020): 102789, 2020.
- RICCOMINI, C. O Rift continental do Sudeste do Brasil. São Paulo. **Tese de Doutorado**, Instituto de Geociências Universidade de São Paulo, 256p., 1989.
- ROSA, P.A.S.; RUBERTI, E. Nepheline syenites to syenites and granitic rocks of the Itatiaia Alkaline Massif, Southeastern Brazil: new geological insights into a migratory ring Complex. **Brazilian Journal of Geology**, 48(2): 347-372, 2018.
- SELLEY, R.C. 1968. A Classification of paleocurrent models. The Journal of Geology . **The University of Chicago Press Journals** 76(1). <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/627312>.
- SILVA, L.C. Geocronologia U-Pb SHRIMP e Sm-Nd na Província Mantiqueira meridional, no Cinturão Saldanha (África do Sul) e a evolução do Ciclo Brasileiro/Pan-Africano. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS, Porto Alegre, 243 p, 1999.
- TUPINAMBÁ, M.; TOMAZ, A.F.; VALERIANO, C.; HEILBRON, M.; VALLADRES, C.; DUARTE, B.P.; ALMEIDA, J.C.H. Depósitos de movimento de massa da vertente leste do maciço de Itatiaia e processos Quaternários superpostos. In: **V Simpósio Brasileiro de Geologia do Sudeste**. 51, 1997.
- VALÉZIO, É. V. Equilíbrio em Geomorfologia: Geossistemas, planície de inundação e morfodinâmica dos rios Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçu (SP), 2016. 112p. **Dissertação de Mestrado**, Instituto de Geociências – UNICAMP. Campinas.
- WENTWORTH, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments: **Journal of Geology**, 30:377-392.

Data de Submissão: 22/09/2022

Data da Avaliação: 29/02/2024

LEITE, RAMOS & PEIXOTO, *Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga, Resende – RJ*
Doi: 10.51308/continentes.v1i24.400