

ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA (RESENDE, RJ)

Ricardo Vaz Leite¹

Pedro Ferreira Chagas Araújo²

Renato Rodriguez Cabral Ramos³

Maria Naíse de Oliveira Peixoto⁴

1

Resumo. Este trabalho efetua uma caracterização dos Estilos Fluviais ou Estilo de Rios (River Styles®) na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga, localizada no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, buscando discutir as suas relações com a tectônica quaternária. A definição dos estilos fluviais foi efetuada pela identificação dos seguintes atributos físicos, em sequência: grau e tipo de confinamento do rio no vale (considerando a relação com as demais feições geomorfológicas no trecho em foco e os tipos de controle de margem); forma do rio em planta (número de canais, sinuosidade, restrição e estabilidade lateral); unidades geomórficas internas e externas ao canal; e granulometria predominante dos materiais do leito do canal fluvial. Foram identificados sete estilos fluviais, cuja distribuição espacial está estreitamente ligada ao posicionamento das feições de relevo geradas pelas reativações tectônicas. Predomina a passagem de estilos confinados (pelo embasamento rochoso ou leques de tálus) a parcialmente confinados (por terraços, ou por encostas), no grande trecho a montante de orientação NE-SW da bacia hidrográfica, enquanto no trecho centro-sul, de orientação N-S, os grandes alvéolos e o Gráben Fazenda da Barra definem a localização dos estilos não confinados.

Palavras-chave: Neotectônica, Evolução Quaternária, Dinâmica Fluvial, Caracterização Geomorfológica.

¹ Doutorando no Programa de Pós-graduação em Geologia (PPGL) do Instituto de Geociências (IGEO) da UFRJ, Pesquisador do Núcleo de Estudos do Quaternário & Tecnógeno (NEQUAT)-IGEO/UFRJ, ricardovazleite@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-8574-7717>

² Mestrando do Programa de Pós-graduação em Geociências - Patrimônio Geopaleontológico (PPGeo) do Museu Nacional (MN)/UFRJ, pftchagas@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5816-7749>

³ Professor Associado do Setor de Geologia Sedimentar e Paleontologia do Museu Nacional(MN)/UFRJ, Pesquisador Colaborador do Núcleo de Estudos do Quaternário & Tecnógeno (NEQUAT)-IGEO/UFRJ, rramos@mn.ufrj.br, <http://orcid.org/0000-0003-4023-6301>

⁴ Professora Associada do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências (IGEO)/UFRJ, Pesquisadora-Coordenadora do Núcleo de Estudos do Quaternário & Tecnógeno (NEQUAT)-IGEO/UFRJ, marianaisepeixoto@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5518-1588>

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA (RESENDE, RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

RIVER STYLES IN A HYDROGRAPHIC BASIN WITH TECTONIC CONTROL - PIRAPETINGA RIVER BASIN (RESENDE, RJ)

Abstract. This work characterizes the River Styles® in the Pirapetinga River Basin, located in the Middle Valley of the Paraíba do Sul River, Southeastern Brasil, seeking to discuss their relationships with Quaternary tectonics. The definition of river styles was carried out by identifying the following physical attributes, in sequence: degree and type of river confinement in the valley (considering the relationship with other geomorphological features in the section under focus and the types of bank control); river shape in plan view (number of channels, sinuosity, restriction and lateral stability); geomorphic units inside and outside the channel; and predominant grain size of the materials in the riverbed. Seven fluvial styles were identified, whose spatial distribution is closely linked to the positioning of relief features generated by tectonic reactivations. The transition from confined styles (by rocky basement or talus fans) to partially confined styles (by terraces, or by slopes) predominates in the large upstream section with NE-SW orientation of the river basin, while in the central-south section, with N-S orientation, the large intermontane valleys and the Fazenda da Barra Graben define the location of the unconfined styles.

Keywords: Neotectonics, Quaternary Evolution, Fluvial Dynamics, Geomorphological Characterization.

ESTILOS FLUVIAL EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA CON CONTROL TECTÓNICO - CUENCA DEL RÍO PIRAPETINGA (RESENDE, RJ)

Resumen. Este trabajo realiza una caracterización de los estilos fluviales (River Styles®) en la cuenca hidrográfica del río Pirapetinga, ubicada en el valle medio del río Paraíba do Sul, con el objetivo de analizar sus relaciones con la tectónica cuaternaria. La definición de los estilos fluviales se realizó mediante la identificación de los siguientes atributos físicos, en orden: grado y tipo de confinamiento del río en el valle (considerando la relación con las demás características geomorfológicas en el tramo en cuestión y los tipos de control de las riberas); forma del río en planta (número de canales, sinuosidad, restricción y estabilidad lateral); unidades geomorfológicas internas y externas al cauce; y granulometría predominante de los materiales del lecho del cauce fluvial. Se identificaron siete estilos fluviales, cuya distribución espacial está estrechamente ligada a la ubicación de las formas del relieve generadas por las reactivaciones tectónicas. Predomina la transición de estilos confinados (por el basamento rocoso o los abanicos de talud) a parcialmente confinados (por terrazas o por laderas), en el gran tramo aguas arriba de orientación NE-SO de la cuenca hidrográfica, mientras que en el tramo centro-sur, de orientación N-S,

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA (RESENDE,RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

los grandes alvéolos y el Graben Fazenda da Barra definen la ubicación de los estilos no confinados

Palabras clave: Neotectónica, Evolución Cuaternaria, Dinámica Fluvial, Caracterización Geomorfológica.

Introdução

Os Estilos de Rios (River Styles®), ou Estilos Fluviais, constituem um arcabouço de classificação e análise de sistemas fluviais apoiado na identificação e articulação de trechos fluviais que apresentam um conjunto comum de características geomorfológicas e hidrodinâmicas, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisão na gestão de bacias hidrográficas (BRIERLEY *et al.*, 2002; BRIERLEY e FRYIRS, 2005; PELECH, 2021). Sua estrutura é fundamentada em um conjunto de procedimentos para interpretar a forma e o comportamento dos rios, agrupados em quatro estágios, que envolvem: (i) o levantamento das características e do comportamento fluvial; (ii) a avaliação da evolução fluvial e da condição geomorfológica do rio; (iii) a avaliação da trajetória futura de mudança e do potencial de recuperação geomorfológica do rio, e; (iv) a avaliação das implicações e a aplicação destes conhecimentos na gestão de rios. No primeiro estágio, a classificação de trechos de canal é efetuada a partir da identificação de características que definem a forma e o funcionamento fluvial; no segundo estágio, é efetuada a avaliação do comportamento de cada trecho dos estilos fluviais identificados, em relação ao funcionamento esperado, sendo as intervenções humanas relevantes nesta avaliação; no terceiro estágio, a probabilidade de melhoria ou deterioração futura da condição do rio em seus diferentes trechos é avaliada; no quarto e último estágio os dados e análises produzidas nos estágios anteriores apoiam a identificação de alvos prioritários para a reabilitação dos diferentes estilos fluviais.

Essa metodologia, de grande utilidade para o manejo de bacias hidrográficas por identificar trechos fluviais com maior potencial de reabilitação, possibilitando, assim, uma gestão mais eficiente dos sistemas fluviais, requer uma base robusta de conhecimentos sobre a evolução geomorfológica dos rios e, por conseguinte, da bacia hidrográfica, sendo por isso relevante também considerar a evolução quaternária na identificação dos estilos fluviais. Considerando que o primeiro estágio trata dos atributos geomorfológicos que resultam e controlam a evolução holocênica e atual das redes de drenagem, apresentamos, no presente artigo, os estilos fluviais identificados

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

em uma bacia hidrográfica com controle tectônico localizada no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, buscando discutir as suas relações com a tectônica quaternária.

Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (BHRP) é o recorte de estudo, estando localizada no trecho fluminense do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (MVPS). A BHRP abrange parte dos municípios de Resende e Itatiaia (RJ) e pode ser acessada pela rodovia Pres. Dutra (BR-116) e pelas rodovias estaduais RJ-161 e RJ-163 (Figura 1).

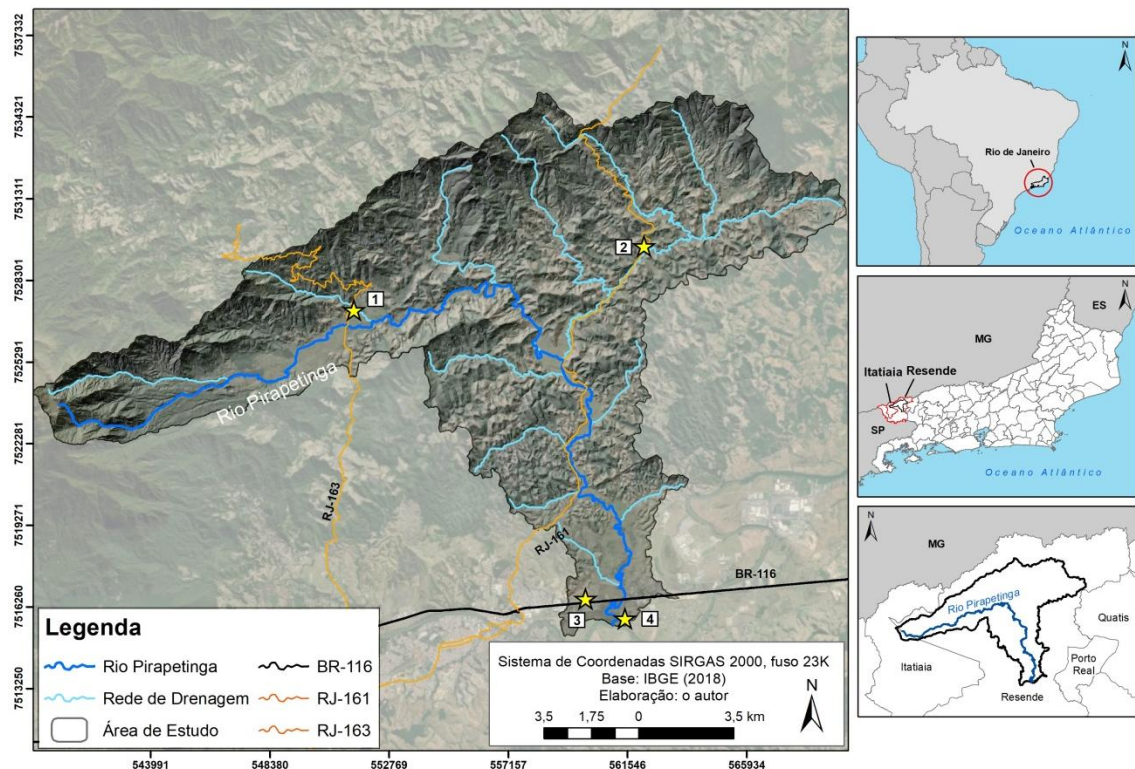


Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (Resende, RJ), com rodovias de acesso e posição das localidades: 1) Capelinha; 2) Pedra Selada 3) Morada do Sol; 4) Fazenda da Barra II.

O rio Pirapetinga tem suas nascentes no Parque Nacional do Itatiaia (município de Itatiaia) a 2.450 m, descendo pelas escarpas do Maciço do Itatiaia e da Serra da Pedra Selada até o Gráben do Pirapetinga (LEITE *et al.*, 2023), a 520m de altitude, no município de Resende. Nesse trajeto, seus afluentes da margem direita drenam a APA da Serrinha do Alambari, enquanto os afluentes na margem esquerda, no setor norte, drenam o

Parque Estadual da Pedra Selada, áreas com elevada preservação de formações florestais da Mata Atlântica.

A Serra da Mantiqueira é território do Povo Originário Puri (PACHAMAMA, 2020; PAULA, 2024), estando a região dos atuais distritos da Capelinha e da Pedra Selada, até meados do século XIX, coberta por florestas. Com a implantação da cafeicultura na região durante a 2ª metade do século XIX ocorre intensiva remoção da Mata Atlântica, o que muda drasticamente este cenário. Após o fim do ciclo do café no Vale do Rio Paraíba do Sul, já no início do século XX, esses distritos passam a fornecer madeira para a construção civil, e as terras já desmatadas pelos cafezais vão sendo utilizadas para criação de gado leiteiro, atividade que persiste até os dias de hoje.

A foz da BHRP situa-se na porção leste do município de Resende, próximo do polo industrial situado no atual município de Porto Real, emancipado em 1997. Os bairros Fazenda da Barra II e Morada do Sol, situados junto à foz do rio, às margens da rodovia Presidente Dutra, foram implantados nas últimas décadas: Fazenda da Barra II foi estruturado nos anos 2000, com a expansão de programas habitacionais como o Minha Casa, Minha Vida; e o Morada do Sol é um empreendimento mais recente, desvinculado de programas de habitação social. Ambos estão inseridos no contexto de crescente déficit habitacional provocado pelo aumento da oferta de empregos nas indústrias e no setor de serviços em Resende e pelo Polo Industrial de Porto Real (SIMÕES, 2017).

Arcabouço geológico e tectônica quaternária

No extremo noroeste da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (BHRP), o substrato rochoso é representado pela intrusão alcalina do Maciço do Itatiaia (71 a 65 Ma), cujas cotas altimétricas superam os 2.600 metros. Os setores noroeste e nordeste são constituídos predominantemente por biotita-gnaiss bandado do Grupo Andrelândia, de idade neoproterozoica, com intrusão do granito sintectônico Pedra Selada (600 a 570 Ma), o qual sustenta as maiores altitudes das escarpas serranas (CPRM, 2016). O setor central apresenta maior complexidade litológica, sendo composto pelo biotita-gnaiss

*Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)*

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

bandado do Grupo Conservatória (Neoproterozoico), intercalado por apófises do Granito Pedra Selada, ortogranulitos do Complexo Juiz de Fora (Proterozoico) e rochas do Complexo Mantiqueira (Proterozoico). Por fim, o setor sul insere-se no domínio da Bacia Sedimentar de Resende, sendo caracterizado por depósitos paleogênicos pertencentes às formações Resende e Floriano (RAMOS *et al.*, 2005; 2006). Adicionalmente, depósitos gravitacionais de massa, classificados como leques de tálus por Leite (2021) recobrem extensivamente os fundos de vale do setor noroeste da BHRP. Depósitos gravitacionais análogos ocorrem nos setores centro-norte e nordeste, adjacentes ao sopé das escarpas. Depósitos aluvionares holocênicos estendem-se pelos setores centro-norte e noroeste do vale do rio Pirapetinga, até a sua confluência com o rio Paraíba do Sul.

Inserida no segmento central do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) definido por Riccomini (1989), a BHRP apresenta forte controle estrutural e tectônico na sua morfologia e nos eventos deposicionais relacionados à sua evolução, conforme identificado por Leite (2021). Desde sua formação, no Paleógeno, a Bacia Sedimentar de Resende e as áreas de suas bordas sofreram quatro fases tectônicas, segundo Negrão *et al.* (2020), sendo que duas fases ocorreram no Quaternário: a primeira, de transcorrência destrai E-W no Pleistoceno-Holoceno, foi responsável pela compartimentação transversal NW-SE dos depocentros do Paleógeno e modificação generalizada da rede de drenagem; a segunda fase, distensiva NW-SE, de idade holocênica, foi responsável pela reativação generalizada das estruturas NE-SW do rifte (NEGRÃO *et al.*, 2020), além de outras formas e feições morfotectônicas como leitos abandonados, leitos impressados contra uma margem do vale, capturas fluviais, alvéolos e grabens (LEITE *et al.*, 2023).

Foram mapeados dois cinturões de alvéolos e dois grabens na BHRP (LEITE *et al.*, 2023). O gráben do Pirapetinga e o cinturão de alvéolos do setor noroeste, aos pés da atual escapa serrana, com *trend* NE-SW, tem sua morfogênese ligada à primeira reativação neotectônica (transcorrência destrai E-W). Já os alvéolos e o gráben da Fazenda da Barra, no setor central, estão ligados à segunda reativação (distensiva NW-SE), com

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)

trend N-S. Essas reativações neotectônicas causaram mudanças no nível de base local, re-hierarquização da rede de drenagem, capturas fluviais e modificação nos processos erosivos-deposicionais.

A BHRP é de 6ª ordem, conforme hierarquização de Strahler (1952), bem drenada, com forma alongada, grande rugosidade e elevada amplitude altimétrica. Leite *et al.* (2023), ao analisarem os parâmetros morfométricos da bacia, identificaram os seguintes indicadores de atividade neotectônica: (i) Fator de Assimetria, na margem esquerda, com valor superior a 50 (73,57); (ii) Perfil Longitudinal do rio Pirapetinga com anomalias em 3 trechos, todos no setor noroeste da bacia – no Maciço Alcalino do Itatiaia (associada à grande diferença altimétrica e à litologia), nos depósitos gravitacionais do sopé do Maciço do Itatiaia (associada à expressiva área de leque aluvial de tálus), e no trecho onde o rio Pirapetinga rompe o controle estrutural e litológico formado pelo granito Pedra Selada, formando um acentuado cotovelo de drenagem; (iii) Índice Relação Declividade-Extensão (RDE) real com o valor de 21,35 no setor noroeste da BHRP, contrastando com o valor de 1,52 obtido para o restante da bacia, sendo ambos os valores superiores a 1, portanto, indicativos de reativação tectônica.

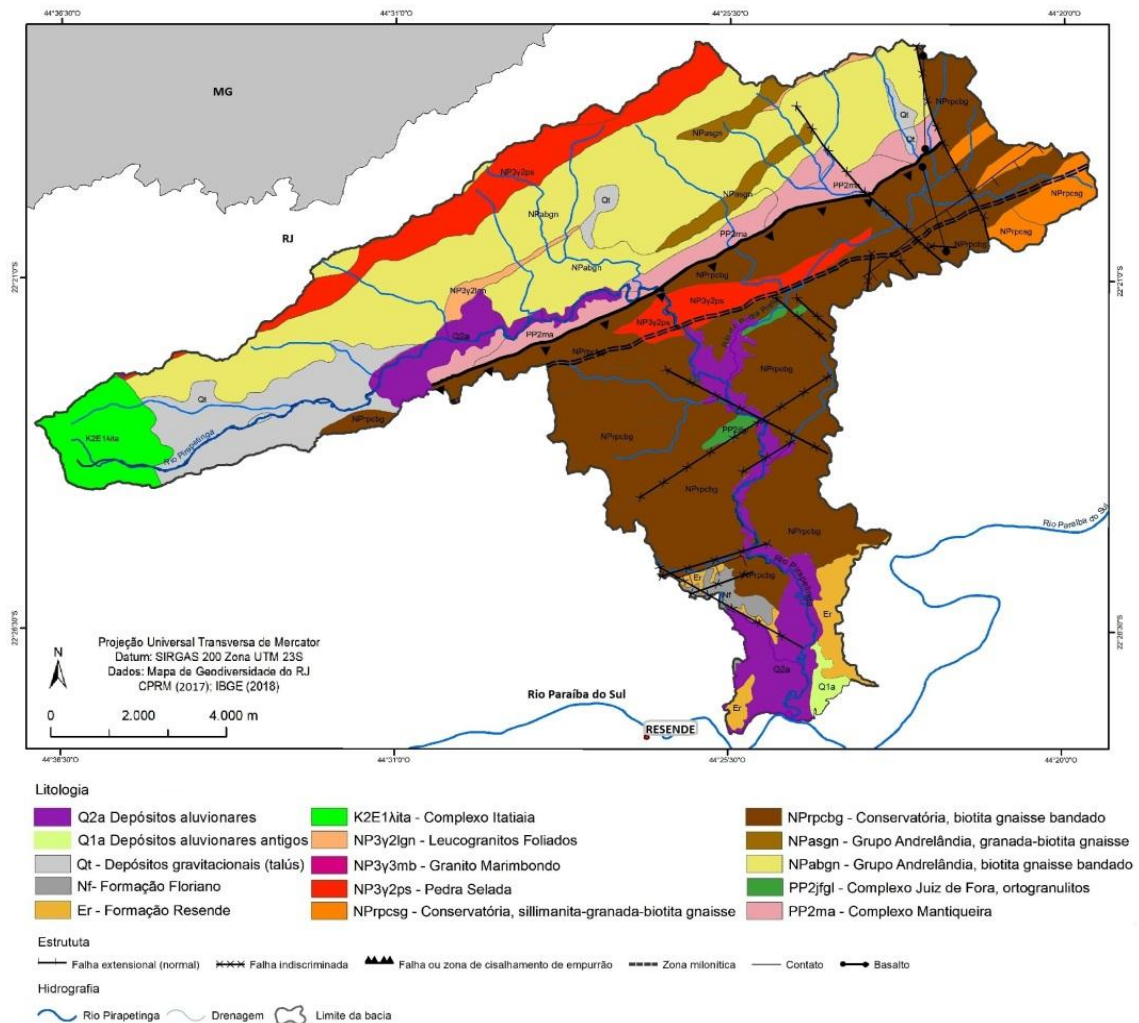


Figura 2 - Mapa geológico da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (Resende, RJ). Fonte: adaptado de LEITE *et al.* (2023), com base em CPRM (2017).

Procedimentos e Técnicas

Na metodologia de Estilos Fluviais (River Styles®) elaborada por Brierley e Fryirs (2005) a estrutura de análise é multiescalar, envolvendo a bacia hidrográfica, unidades de paisagem, trechos de canal, unidades geomórficas e unidades hidráulicas. Os estilos são identificados na escala de trechos de canal, com base no entendimento da configuração do vale – pela identificação do grau de confinamento do rio – e na interpretação das formas e processos pela análise da forma em planta do canal e das assembleias de unidades geomórficas. Assim, a definição dos estilos fluviais é efetuada

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

pela identificação dos seguintes atributos físicos, em sequência: grau e tipo de confinamento do rio no vale (considerando a relação com as demais feições geomorfológicas no trecho em foco e os tipos de controle de margem); forma do rio em planta (número de canais, sinuosidade, restrição e estabilidade lateral); unidades geomórficas internas e externas ao canal; e granulometria predominante dos materiais do leito do canal fluvial. As modificações antropogênicas sobre a forma e a função (comportamento) do canal também são consideradas.

O grau de confinamento é identificado e quantificado por meio da avaliação da forma em planta do canal e sua proximidade em relação aos elementos confinantes, e se refere à capacidade de ajuste lateral do canal fluvial (FRYIRS e BRIERLEY, 2018). É distinguido em três classes: (i) Confinado, quando mais de 85% das margens do canal tocam a margem do fundo do vale (esta, definida pelo limite entre as planícies de inundação e as demais feições geomorfológicas confinantes existentes no fundo de vale, tais como terraços, rampas de colúvio, leques aluviais, tálus etc.), ou as encostas; (ii) Parcialmente Confinado, onde de 10 a 85% das margens do canal tocam a margem do fundo do vale; e Lateralmente Não Confinado, quando menos de 10% das margens do canal tocam a margem do fundo do vale. Tais características são utilizadas na nomenclatura de cada estilo fluvial (BRIERLEY e FRYIRS, 2005).

No caso dos canais fluviais parcialmente confinados, se mais de 50% da margem do canal toca o embasamento rochoso ou outro elemento confinante no trecho considerado, o canal é denominado 'controlado pela margem'; se a extensão do contato com o(s) elemento(s) confinante(s) for entre 10 e 50% da extensão total do trecho, é denominado 'controlado pela forma em planta'.

A sinuosidade (SI) do canal é obtida por meio do seu comprimento (Comprimento do Canal) dividido pela distância em linha reta ao longo do vale nos trechos de rio considerados (BRIERLEY, 2005). Com base em Brierley e Fryirs (2005) o se SI for de 1 a 1,05 o canal é considerado retilíneo; se SI for de 1,05 a 1,30, é considerado de baixa sinuosidade; se SI for de 1,31 a 3,0, é considerado sinuoso ou meandrante.

A individualização e o mapeamento dos estilos fluviais foram efetuados para o rio Pirapetinga e seus principais tributários, utilizando a base de Rede de Drenagem do IBGE (2018), tendo sido considerados para análise os tributários de 2ª ordem ou superior conforme hierarquização de Strahler (1952). Considerando a adequação para o propósito deste trabalho o grau de generalização do Mapa Geomorfológico elaborado por DANTAS (2000), optamos por adaptá-lo para a individualização dos principais compartimentos de relevo na área em estudo. As informações geoespaciais utilizadas são provenientes da base IBGE (2018) do estado do Rio de Janeiro, na escala 1:25.000, sendo utilizado o *software* ArcGis 10.5 para a confecção dos mapas. Foram utilizados ‘Curvas de Nível 10m’, ‘Pontos Cotados’ e ‘Rede de drenagem’ como insumos para interpolação (ferramenta *Topo to raster*) para gerar um MDTHC (Modelo Digital de Terreno Hidrologicamente Consistente) com 5m de resolução espacial (CARDOSO *et al.*, 2016).

Dados de perfis sedimentográficos elaborados previamente para a área de estudo (LEITE, 2021) e inspeções em campo foram empregados na descrição das unidades geomórficas de canal e planície fluvial, bem como da granulometria do leito. Estes dados também foram utilizados na análise da tectônica quaternária e do comportamento dos estilos fluviais.

Resultados

Os compartimentos de relevo expostos na Figura 3 permitem individualizar diferentes contextos de atuação dos processos fluviais na BHRP, e seus controles geológicos. No extremo noroeste da BHRP, a Unidade Geomorfológica Maciço do Itatiaia – relacionada à intrusão alcalina do Itatiaia – domina a paisagem. A partir deste trecho, e em toda a borda norte da bacia hidrográfica, que corresponde à borda ativa da Bacia Sedimentar de Resende, se estende a Unidade Geomorfógica Escarpas da Mantiqueira. Nestes compartimentos os vales são confinados (Figura 4).

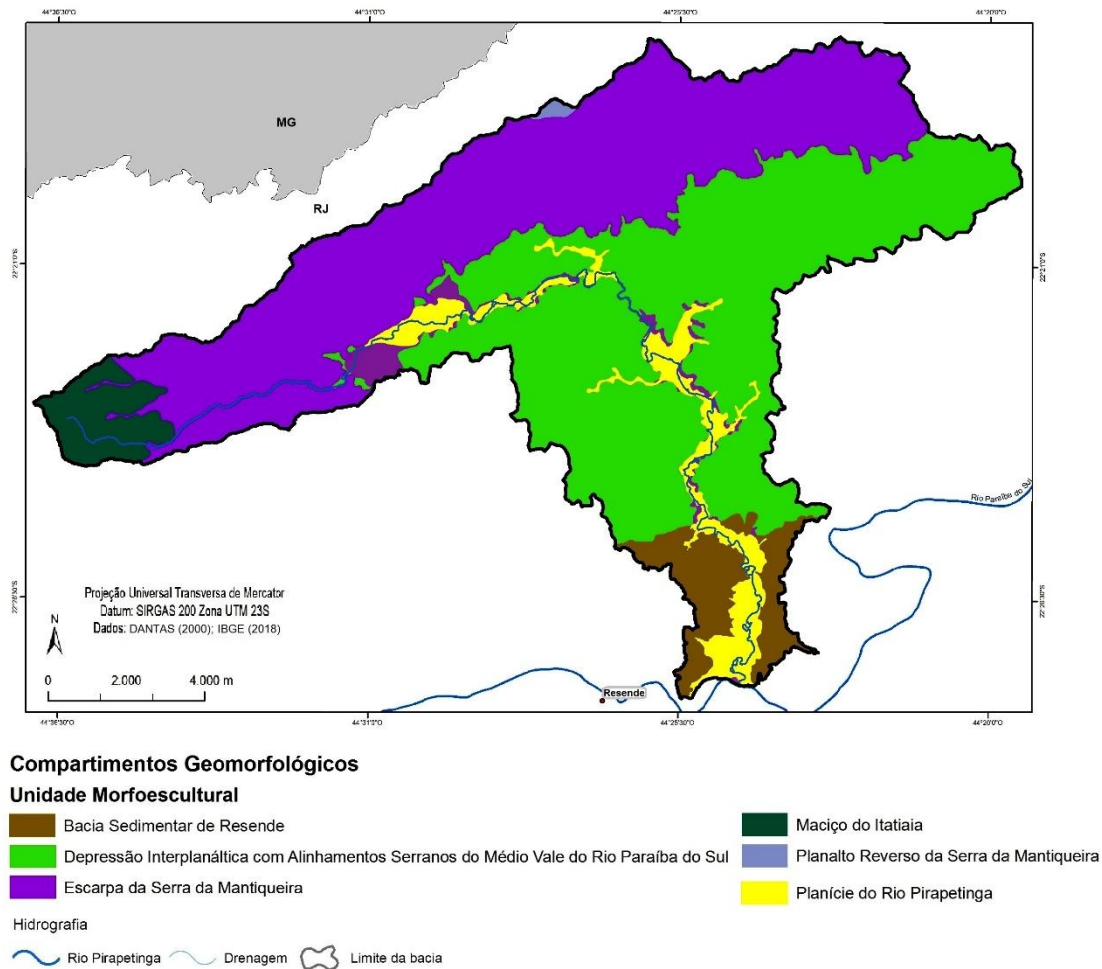


Figura 3 - Mapa de Compartimentos Geomorfológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (Resende, RJ). Fonte: Leite *et al.* (2023), adaptado de DANTAS (2000).

Todo o setor central da BHRP e o extremo nordeste inserem-se na Unidade Geomorfológica Depressão Interplanáltica com Alinhamentos Serranos do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, composta por morros baixos e serras alinhadas, que se estende até o baixo curso do rio Pirapetinga. Neste compartimento geomorfológico predominam vales parcialmente confinados, sendo que no coletor e em alguns dos tributários o vale encontra-se lateralmente não confinado. No trecho mais a jusante da BHRP, em que o rio Pirapetinga atravessa a Unidade Geomorfológica Bacia de Resende, o vale também é lateralmente não confinado, até a sua foz no Rio Paraíba do Sul (Figuras 3 e 4).

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
 HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
 (RESENDE,RJ)

Os Estilos Fluviais identificados são apresentados na Figura 5 e no Quadro 1, e analisados a seguir.

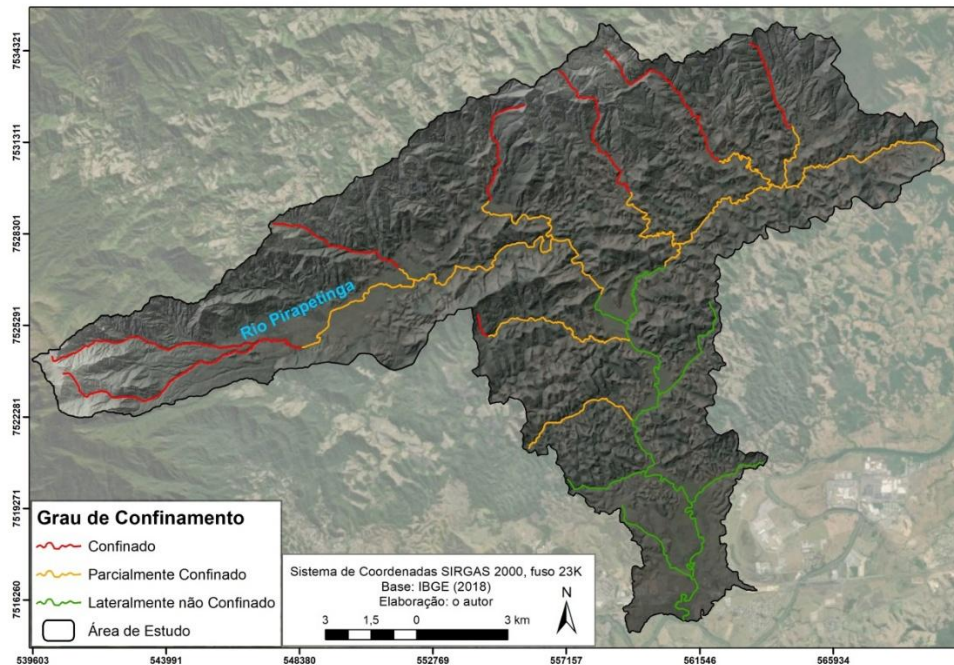


Figura 4 - Confinamento do vale do coletor e principais tributários da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (Resende, RJ).

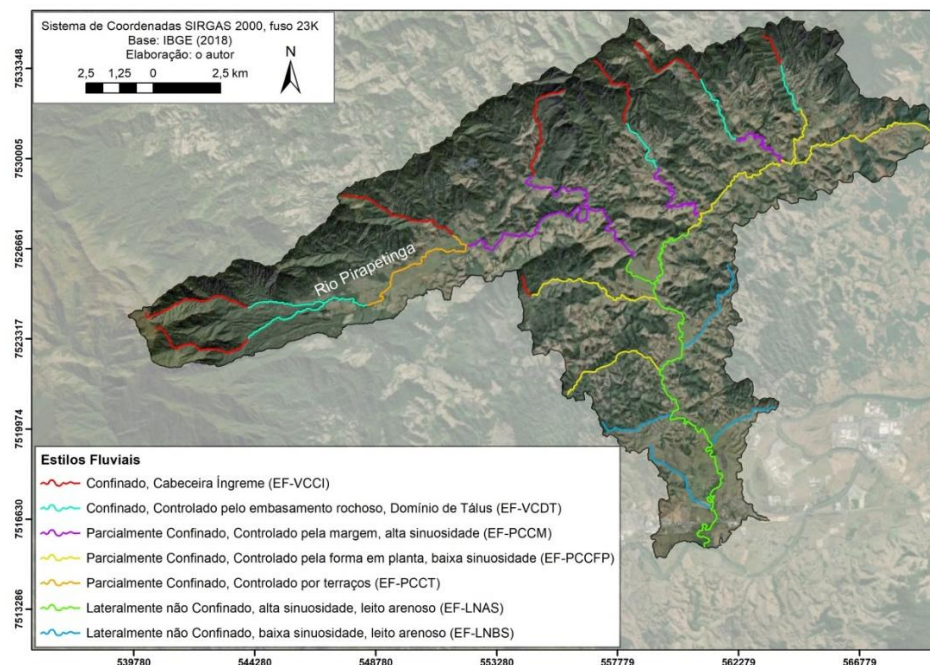


Figura 5 - Estilos Fluviais identificados na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (Resende, RJ).

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA (RESENDE,RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

Quadro 1 - Síntese dos atributos e características utilizados na definição dos Estilos Fluviais identificados na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (Resende, RJ).

Estilo Fluvial	Vale	Unidade de Relevô	Característica do Canal		
			Forma em Planta	Unidades Geomórficas	Granulometria do Leito
VCCI	Confinado (C)	Escarpa Serrana da Mantiqueira	Canal único, retilíneo, estável; corridas de detritos podem modificar a incisão do canal.	Ausência de planícies, alta declividade, presença de cachoeiras, cascatas com presença de cachoeiras e cascatas.	Embasamento rochoso com matacões, blocos e cascalhos.
VCDT	Confinado (C)	Escarpa Serrana da Mantiqueira/ Gráben do Rio Pirapetinga	Canal único, retilíneo, estável.	Ausência de planícies, alta declividade, presença de cascatas, soleiras e poços.	Embasamento rochoso e matacões, seixos grossos.
PCCM	Parcialmente Confinado (PC)	Depressão Interplanáltica /Planície Fluvial	Canal único, alta sinuosidade, desenvolvimento lateral controlado por falhas.	Planícies com barras laterais e longitudinais, leito arenoso com seixos grossos.	Seixos grossos a médios e leito arenoso.
PCCFP	Parcialmente Confinado (PC)	Depressão Interplanáltica	Canal único, baixa sinuosidade, alta instabilidade lateral.	Planícies com barras laterais e longitudinais, leito arenoso.	Leito arenoso com seixos finos a médios.
PCCT	Parcialmente Confinado (PC)	Gráben do Rio Pirapetinga	Canal único, alta sinuosidade, desenvolvimento lateral controlado pelos terraços.	Planície pequena com barras laterais e terraços em volta do canal.	Areia média com seixos e calhaus.
LNAS	Lateralmente Não Confinado (LN)	Planície Fluvial	Canal único, altas sinuosidade e capacidade de desenvolvimento lateral.	Planície extensa, canal com barras laterais e longitudinais.	Areia média a fina, seixos médios.
LNBS	Lateralmente Não Confinado (LN)	Bacia Sedimentar de Resende / Planície Fluvial	Canal único, baixas sinuosidade e vazão, trechos retelinizados.	Planície mais restrita, canal com trechos drenados e outros assoreados.	Areia fina.

Estilos Fluviais de Vale Confinado:

a) Vale Confinado - Cabeceira Íngreme (VCCI):

Predominante nos canais que drenam as escarpas da Serra da Mantiqueira (Unidade Geomorfológica Escarpas da Mantiqueira), no Parque Estadual da Pedra Selada, e do Maciço de Itatiaia (Unidade Geomorfológica Maciço do Itatiaia), no Parque Nacional do Itatiaia. Caracteriza-se pela total ausência de planície e pelo forte controle do substrato rochoso restringindo o encaixamento vertical e o ajuste lateral do rio, que apresenta elevada declividade e alta energia do fluxo hídrico (Figura 6). O canal é predominantemente único, retilíneo, entalhado ao longo das estruturas NW-SE, com

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA (RESENDE,RJ)

cachoeiras, cascatas e leito formado por matacões, sob densa cobertura florestal (Mata Atlântica). Essas estruturas NW-SE estão ligadas a eventos tectônicos antigos, que também controlaram a abertura do RCSB (RICCOMINI, 1989).

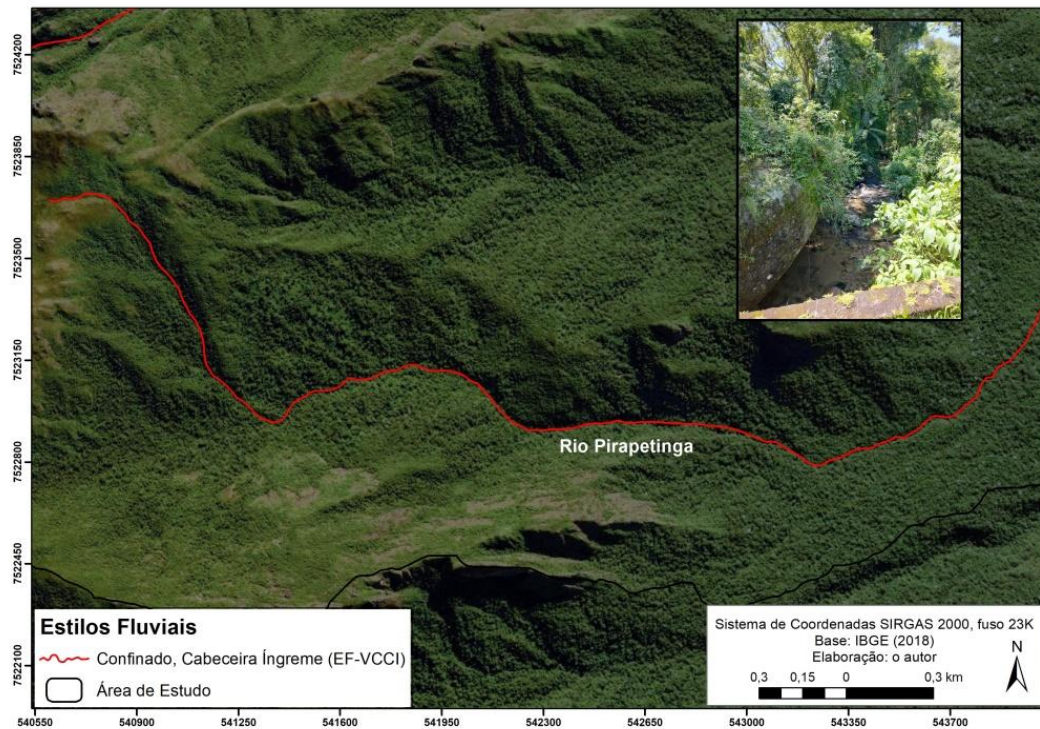


Figura 6 - Exemplo do Estilo Fluvial VCCI identificado na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (Resende, RJ). Na fotografia, observa-se o curso d'água sobre o embasamento rochoso, entre matacões.

b) Vale Confinado - Controlado pelo Embasamento Rochoso, Dominado por Tálus (VCDT):

Localizado na Unidade Geomorfológica Escarpas da Mantiqueira, apresenta canal controlado pelo substrato rochoso e lateralmente pelo leque de tálus (LEITE, 2021) originado por diversos fluxos de detritos no Pleistoceno (Figura 7). Os leques de tálus identificados estão situados nos setores proximal e medial do gráben do Pirapetinga e no alvéolo do Mulungu (ambos no setor noroeste da BHRP) e também em alvéolos do setor nordeste da bacia (LEITE *et al.*, 2024). Caracterizado pela ausência de planície aluvial, o canal é retilíneo ou com sinuosidade controlada pelo substrato, sendo a

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA (RESENDE, RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

presença de blocos e matacões de tamanhos diversos responsável pela formação de cascatas, soleiras e poços.

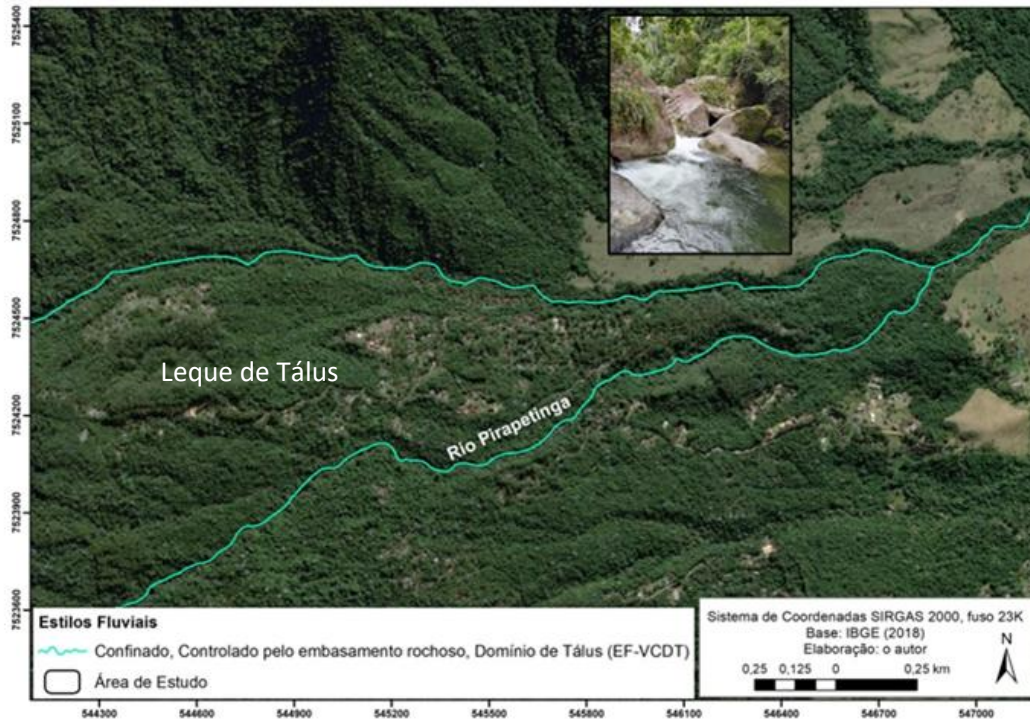


Figura 7 - Exemplo do Estilo Fluvial VCDT identificado na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (Resende, RJ). Na fotografia, observa-se cascata e poço no canal fluvial, associados à disposição dos blocos e matacões.

Estilos Fluviais de Vales Parcialmente Confinados:

a) Parcialmente Confinado - Controlado pela Margem, Alta Sinuosidade (PCCM):

Localizado integralmente na Unidade Geomorfológica Depressão Interplanáltica com Alinhamentos Serranos do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, com presença ocasional de pequena planície fluvial, frequentemente restrita a apenas um lado da margem do canal, apresenta canal único com alta sinuosidade e frequentes inflexões abruptas ('cotovelos') controladas pelas reativações neotectônicas (NEGRÃO *et al.*, 2020; LEITE, 2021) do sistema de falhas local (Figura 8-A). São comuns as barras de acreção lateral e, subordinadamente, barras cascalhosas intra-canal, predominando seixos grossos e areias no leito. Destaca-se a relação com a reativação neotectônica de transcorrência

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA (RESENDE,RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

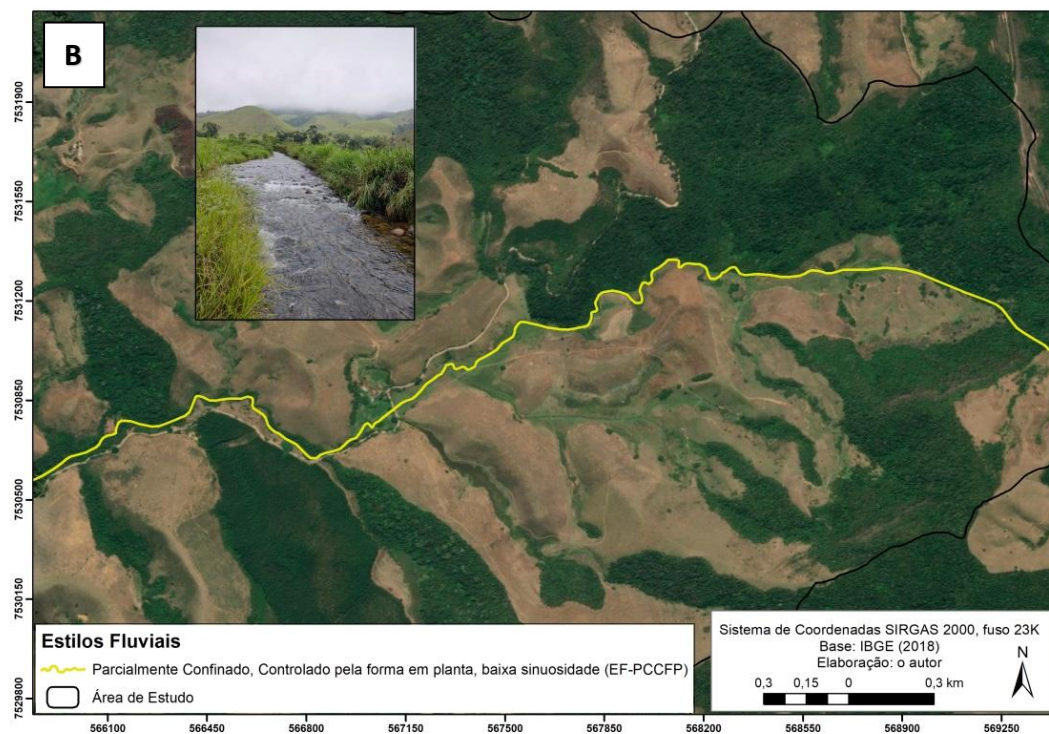
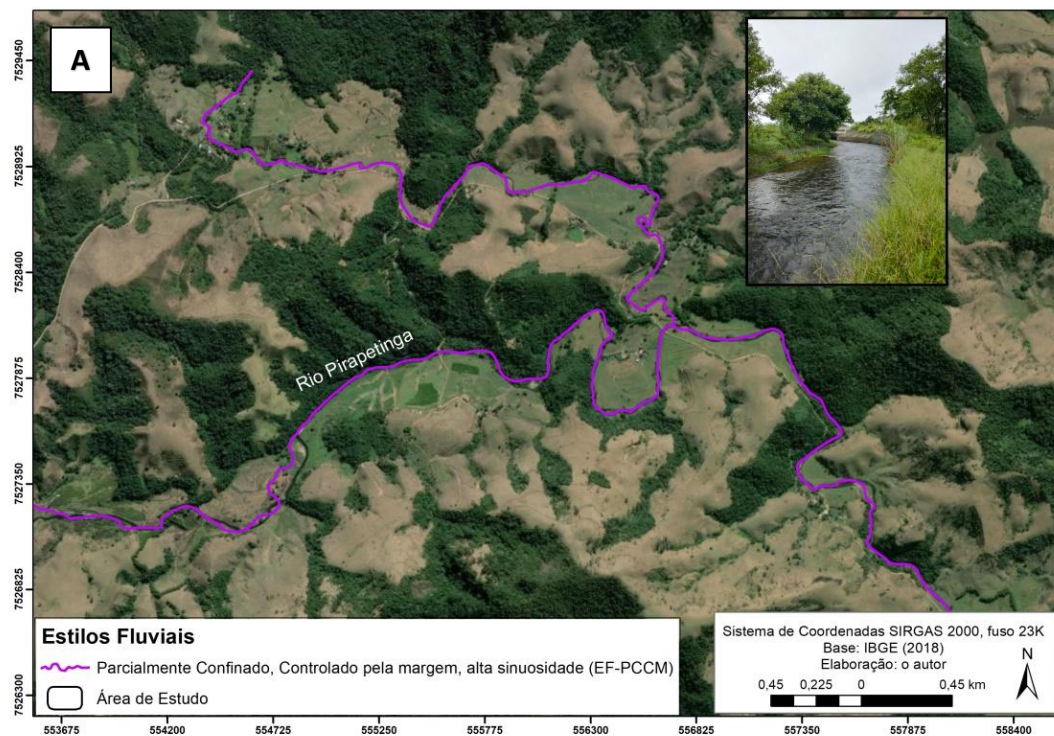
destal E-W, responsável por diversos relevos e feições neotectônicas encontrados nos setores noroeste e central da bacia, tais como: alvéolos que permitem relativa mobilidade do canal, leitos abandonados e trechos retilíneos. A supressão da mata ciliar é expressiva, já que as áreas são menos declivosas e usadas para pastos.

b) Parcialmente Confinado - Controlado pela Forma em Planta, Baixa Sinuosidade (PCCFP)

Localizado na Unidade Geomorfológica Depressão Interplanáltica com Alinhamentos Serranos do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, apresenta canal único com baixa sinuosidade e alta instabilidade lateral, sendo as áreas de planície de inundação descontínuas ou alternadas nas margens do rio (Figura 8-B), com barras laterais e intracanaís arenosas, ocorrendo por vezes matacões isolados (LEITE, 2021). Ocorre principalmente no setor central e no setor nordeste da BHRP, e em tributários da margem leste do Rio Pirapitinga.

c) Parcialmente Confinado - Controlado pelos Terraços (PCCT)

Inteiramente localizado na porção medial e distal do Gráben do Pirapetinga, a jusante do seu grande leque de tálus, apresenta canal único com alta sinuosidade e planície fluvial relativamente pequena em comparação com a largura do vale, devido ao controle exercido pelos terraços fluviais próximos às margens do rio, limitando o seu desenvolvimento lateral (Figura 8-C). Segundo Leite *et al.* (2024), o encaixamento da drenagem no Gráben do Pirapetinga está ligado à primeira reativação neotectônica quaternária (transcorrência destal E-W), responsável também pelo deslocamento do canal em direção a uma das margens do vale, controlando ainda a forma em planta retilínea de alguns trechos. O leito é predominantemente arenoso e com presença de seixos e calhaus. Nesse setor da bacia domina a criação de gado, estando o canal fluvial totalmente desprovido de mata ciliar.



Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

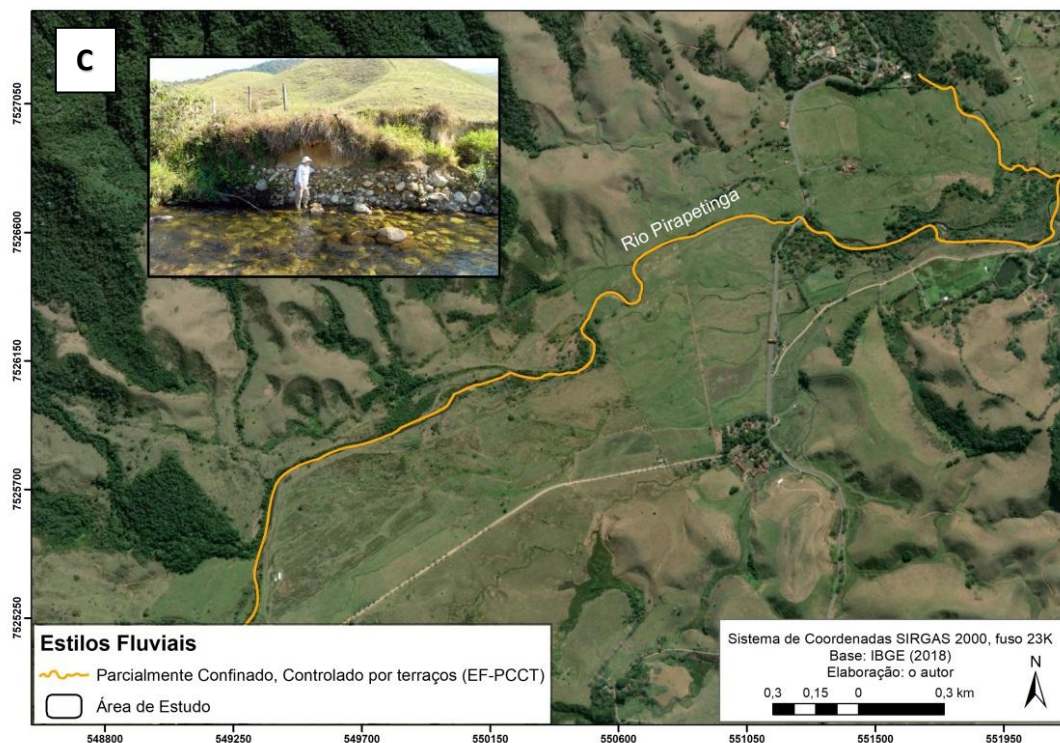


Figura 8 - Exemplos de Estilos Fluviais com Vale Parcialmente Confinado identificados na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (Resende, RJ). A- Estilo Fluvial PCCM, observando-se na imagem e na fotografia o canal fluvial sinuoso com pequena planície nas suas margens; B- Estilo Fluvial PCCFP, observando-se na imagem e na fotografia a baixa sinuosidade do canal fluvial e a presença de matações isolados no leito; C- Estilo Fluvial PCCT, observando-se na imagem e na fotografia o controle do terraço limitando o desenvolvimento lateral do rio.

Estilos Fluviais de Vales Lateralmente Não Confinados:

a) Lateralmente Não Confinado - Alta Sinuosidade, Leito Arenoso (LNAS)

Caracterizado por canal único com alta sinuosidade, leito com areias e seixos e expressiva formação de barras laterais e longitudinais, apresenta desenvolvimento lateral significativo, formando meandros em uma extensa planície (Figura 9-A). Predomina na porção central da bacia até a foz do Pirapetinga no rio Paraíba do Sul, estando presente em grandes alvéolos formados durante reativações neotectônicas quaternárias. Apresenta inúmeros leitos abandonados nos alvéolos, devido ao basculamento ocasionado por essas reativações. São geralmente desprovidos de mata

*Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)*

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

ciliar, tendo como principal uso da terra a criação de gado leiteiro, e pequenos sítios com agricultura familiar.

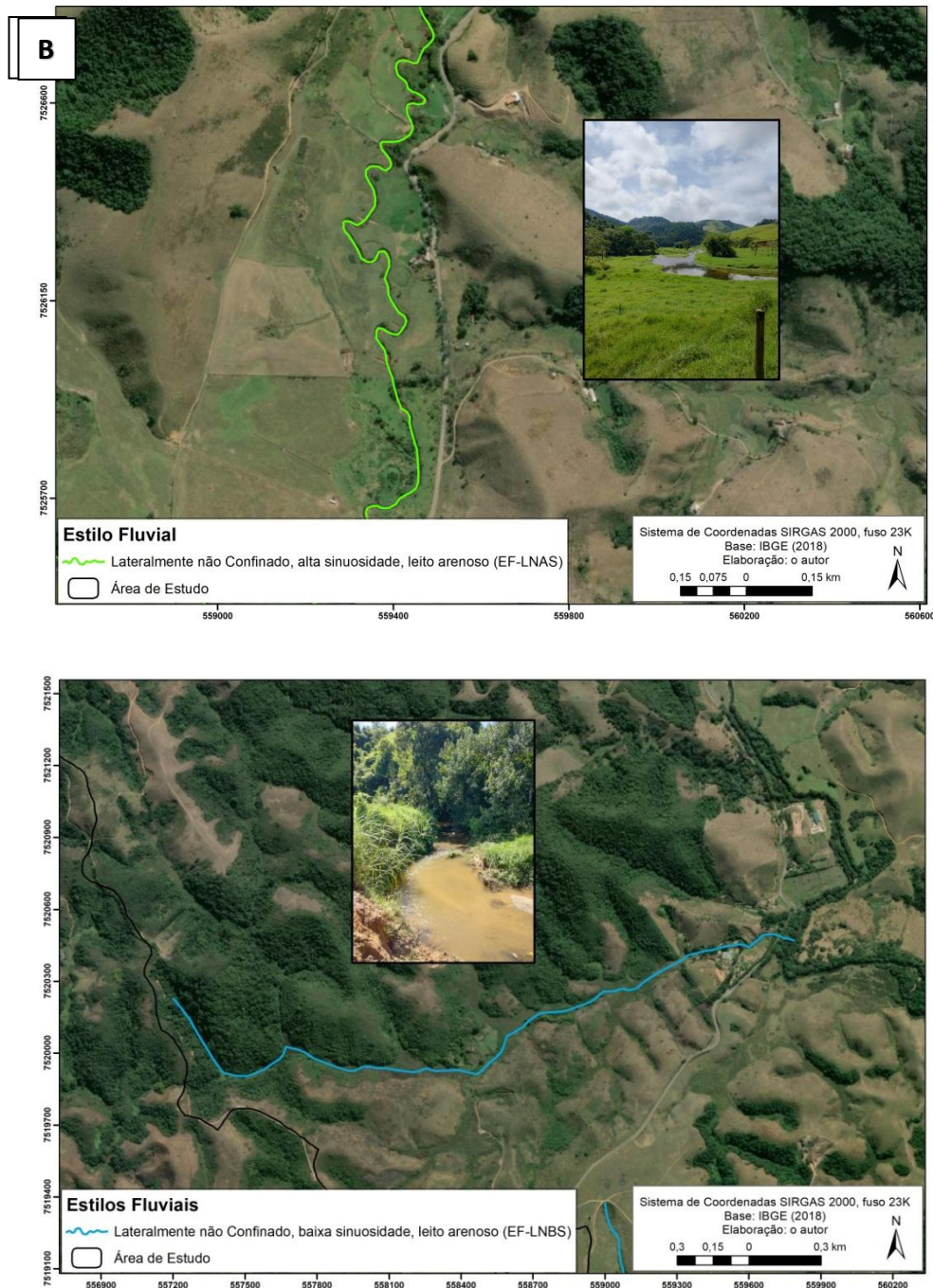


Figura 9 - Exemplos de Estilos Fluviais de Vale Lateralmente Não Confinado identificados na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapetinga (Resende, RJ). A- Estilo Fluvial LNAS, observando-se na imagem e na fotografia o amplo desenvolvimento lateral do canal fluvial formando meandros; B- Estilo Fluvial LNBS, observando-se na imagem e na fotografia a baixa sinuosidade do canal fluvial, de leito arenoso.

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA (RESENDE,RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

b) Lateralmente Não Confinado - Baixa Sinuosidade, Leito Arenoso (LNBS)

Apresenta canais com baixa sinuosidade (predominantemente reto ou pouco sinuoso), de leito arenoso, em muitos trechos tendo sido retelinizados para drenagem dos terrenos visando o uso nas atividades de pecuária, ou represados para possibilitar a dessedentação animal e o abastecimento domiciliar. Identificado nos tributários do setor sul da bacia, associando-se a relevo predominantemente colinoso, mostram-se em grande parte embrejados ou assoreados, especialmente com a urbanização de suas margens e planície de inundação próximo à foz do rio Pirapetinga no rio Paraíba do Sul. O desenvolvimento lateral é pouco efetivo, devido ao reduzido volume hídrico e à baixa declividade dos fundos de vale (Figura 9-B). Os trechos embrejados estão associados ao processo de esvaziamento dos fundos de vale, como documentado por Ribeiro *et al.* (2018) na região, e nos trechos urbanizados há tendência de ocorrer controle das margens por aterros e edificações, como discutido por Almeida *et al.* (2022).

A caracterização dos estilos fluviais identificados na BHRP permite estabelecer algumas relações com as reativações neotectônicas que afetam o relevo regional. Um primeiro nível de controle tectônico refere-se à formação do compartimento escarpado (englobando a intrusão alcalina do Itatiaia) que controla a morfologia dos vales, formando os estilos fluviais confinados. A reativação tectônica transcorrente destrai E-W (Pleistoceno-Holoceno) geradora do Gráben do Pirapetinga e dos alvéolos situados nos setores NW e NE, efetuam um segundo nível de controle tectônico no confinamento dos canais fluviais, devido à formação de leques de tálus onde a drenagem se encaixa e confinando total ou parcialmente os rios. Um terceiro nível de controle tectônico, gerado pela reativação distensiva NW-SE, resultou nos grandes alvéolos de *trend* N-S e no Gráben da Fazenda da Barra, que permitem uma maior movimentação lateral dos rios, com formação de planícies mais contínuas, resultando nos estilos fluviais não confinados.

A distribuição espacial dos estilos fluviais está estreitamente ligada ao posicionamento das feições de relevo geradas pelas reativações tectônicas. Assim, ocorre

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

predominantemente uma passagem de estilos confinados (pelo embasamento rochoso ou leques de tálus) a estilos parcialmente confinados (ora por terraços, ora por encostas), no grande trecho a montante de orientação NE-SW da bacia hidrográfica, enquanto no trecho centro-sul, de orientação N-S, os grandes alvéolos e o Gráben Fazenda da Barra definem a localização dos estilos não confinados.

A ocupação e o uso da terra exercem papel importante na modificação das características e do funcionamento dos rios, removendo a mata ciliar, interferindo nas taxas de processos erosivos nas encostas, e consequentemente, afetando o volume e os tipos de materiais transportados para os canais fluviais. No entanto, a interferência mais significativa ocorre no baixo curso da BHRP, onde identificamos claramente as marcas de intervenções como retilinearização de pequenos cursos d'água, assoreamento de leitos, ocupação por edificações nas margens e nas planícies de inundação, como já mencionado.

Conclusões

A identificação e caracterização dos estilos fluviais na rede hidrográfica do rio Pirapetinga permitiu individualizar e posicionar espacialmente os diversos tipos de canal existentes em uma bacia hidrográfica com reconhecido controle tectônico. A análise do confinamento do canal e sua associação com a compartimentação de relevo, bem como a caracterização dos atributos físicos dos trechos fluviais, forneceram elementos para a discussão do papel dos controles neotectônicos no comportamento geomorfológico dos rios no cenário atual.

Evidenciamos que o evento gerador do RCSB e as duas reativações tectônicas quaternárias foram decisivas na geração de compartimentos geomorfológicos de variadas dimensões, que controlam, primeiramente os fortes desnivelamentos das escarpas, e secundariamente, a abertura de grabens e alvéolos que possibilitam o acúmulo de depósitos aluviais e coluviais, importantes na produção de diferentes morfologias e comportamentos fluviais.

*Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)*

Verificamos, ainda, que a ocupação e o uso da terra têm papel importante nas características dos rios no baixo curso da BHRP, em especial próximo ao Rio Paraíba do Sul, sendo pouco efetivo na alteração da morfologia fluvial no médio e alto curso da bacia.

Estes aspectos demonstram que a aplicação da metodologia dos Estilos Fluviais deve dar atenção aos controles tectônicos quaternários na individualização e análise dos atributos morfológicos dos rios. Deste modo, uma base robusta de conhecimentos sobre a evolução geomorfológica quaternária mostra-se fundamental para a identificação dos estilos fluviais.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, Lucas Cesar Figueiredo Hoepfner; MELLO, Eduardo Vieira; PEIXOTO, Maria Naíse de Oliveira. Technogenic Modifications in River Channels Associated with Urbanization: Ribeirão Brandão Basin, Middle Paraíba Do Sul River Valley, Southeastern Brazil. IN: Santos, G.B.; Felipe, M.F.; Marques Neto, R. (Org.). *Geomorphology of Brazil: Complexity, Interscale and Landscape*. Midtown Manhattan, NY: Springer, 2022, p. 195-210.
- BRIERLEY, Gary; FRYIRS, Kirstie. A.; OUTHET, David; MASSEY, Cliff. Application of the River Styles framework as a basis for river management in New South Wales, Australia. IN: *Applied Geography*, 22: 91-122, 2002. DOI [https://doi.org/10.1016/S0143-6228\(01\)00016-9](https://doi.org/10.1016/S0143-6228(01)00016-9)
- BRIERLEY, Gary; FRYIRS, Kirstie. *Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework*. Blackwell Publishing, 2005.
- CARDOSO, Fernando Ângelo Couto; PAULA, Deborah Luiza Poletto; MONTE MOR, Roberto Cezar de Almeida; MAIA, James Lacerda; VIEIRA, Eliane Maria. Modelo digital de elevação hidrologicamente consistente para a bacia do rio Doce: elaboração e análise. IN: *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 9, n. 6, p. 1978-1989, 2016. DOI <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.6.p1978-1989>
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM/Serviço Geológico do Brasil. *Geologia e recursos minerais do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais*. Monica Heilbron, Luiz Guilherme do Eirado, Julio Almeida (Orgs.) Rio de Janeiro: CPRM/UERJ, 2016.

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

- DANTAS, Marcelo Eduardo. *Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro*. Brasília: CPRM, 2000. 75 p. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/17229/5/rel_proj_rj_geomorfologia.pdf
- FRYIRS, Kirstie; BRIERLEY, Gary. What's in a name? A naming convention for geomorphic river types using the River Styles Framework. IN: *PLoS ONE*, v. 13, n. 9, 2018. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201909>
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *BC25: Base cartográfica vetorial contínua do Estado do Rio de Janeiro: escala 1:25.000*. Brasília, DF: IBGE, 2018.
- LEITE, Ricardo Vaz. *Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga, Resende – RJ*. 2021. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Geologia) – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.
- LEITE, Ricardo Vaz; PEIXOTO, Maria Naíse de Oliveira; FREITAS, Fabiana; RAMOS, Renato Rodriguez Cabral; ARAÚJO, Pedro Ferreira Chagas. Caracterização morfométrica da bacia do rio Pirapetinga, Resende - RJ. IN: *Geo UERJ*, n. 42, p. e69217, 2023. DOI <http://orcid.org/0000-0001-8574-7717>
- LEITE, Ricardo Vaz; RAMOS, Renato Rodriguez Cabral; PEIXOTO, Maria Naíse de Oliveira. Morfoestratigrafia e morfotectônica do setor noroeste da bacia do rio Pirapetinga, Resende – RJ. IN: *Revista Continentes*, n. 24, p. 402-437, 2024. DOI <https://doi.org/10.51308/continentes.v1i24.400>
- NEGRÃO, André Pires; MELLO, Claudio Limeira; RAMOS, Renato Rodriguez Cabral; SANSON, Marcel de Souza Romero; LOURO, Vinicius Hector Abud; BAULI, Pedro Gouveia. Tectonosedimentary evolution of the Resende and Volta Redonda basins (Cenozoic, Central Segment of the Continental Rift of Southeastern Brazil). IN: *Journal of South American Earth Sciences*, v. 104, p. 102789, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102789>
- PACHAMAMA, Aline Rochedo. *Boacê Uchô: a história está na terra: narrativas e memórias do povo Puri da Mantiqueira*. Rio de Janeiro: Editora Pachamama, 2020.
- PAULA, Ângelo. *Escravidão Indígena nos sertões da Paraíba Nova*. Campinas, SP: Pontes Ed., 2024.
- PELECH, André Souza. CLASSIFICAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DE RIOS: UMA BREVE DISCUSSÃO TEÓRICA. IN: *William Morris Davis - Revista de Geomorfologia*, v. 2, n. 2, 2021, p. 1-27. DOI <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v2n2.2021.170>
- RAMOS, Renato Rodriguez Cabral; MELLO, Claudio Limeira; SANSON, Marcel de Souza Romero. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia de Resende. IN: *Fundação Paleontológica Phoenix*, v. 7, n. 76, p. 1-6, 2005.
- RAMOS, Renato Rodriguez Cabral; MELLO, Claudio Limeira; SANSON, Marcel de Souza Romero. Revisão estratigráfica da bacia de Resende, Rift Continental do Sudeste

*Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)*

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)

do Brasil, Estado do Rio de Janeiro. IN: *Geociências* (UNESP), v. 25, n. 1, p. 59-69, 2006.

RIBEIRO, Anderson de Souza; PEIXOTO, Maria Naíse de Oliveira; TORRES, Felipe; BARROS, Rafael Silva; BRITO, Adriel Soares; MOURA, Josilda Rodrigues da Silva. CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA DE CANAIS EMBREJADOS EM BACIAS FORMADORAS DA REDE DE DRENAGEM - VOLTA REDONDA (RJ). IN: XII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2018, Crato. *Anais ... Crato: UGB, 2018. v. 1. p. 1.* Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/8/8-493-2178.html>

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

SIMÕES, Marília Baldo. A dinâmica imobiliária residencial a partir da reestruturação produtiva em Resende-RJ. Niterói: UFF, 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal Fluminense, 2017.

STRAHLER, Arthur N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. IN: *American Geophysics Union Transactions*, n. 38, p. 913-920, 1952.

Data de Submissão: 05/07/2025

Data da Avaliação: 31/08/2026

Leite, Araújo, Ramos & Peixoto, ESTILOS FLUVIAIS EM UMA BACIA
HIDROGRÁFICA COM CONTROLE TECTÔNICO - BACIA DO RIO PIRAPETINGA
(RESENDE,RJ)

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.646](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.646)