

Aspectos morfoestruturais no desenvolvimento de anomalias de perfil do Córrego São Pedro, Juiz de Fora-MG

Teixeira Gomes Vieira, C. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA) ; Meirelles Caetano, G. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA) ; Rigolon Rezende, M. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA) ; Fernandes Felipe, M. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA)

RESUMO

O córrego São Pedro, afluente da margem direita do rio Paraibuna, em Minas Gerais, destaca-se devido ao comportamento atípico de seu perfil longitudinal. Suas planícies se estendem até as proximidades das cabeceiras, marcando um platô altimétrico que persiste até o baixo curso, onde um forte encachoeiramento define um novo nível de base. Diante disso, o presente trabalho busca compreender como a morfoestrutura influencia esse comportamento através do mapeamento das planícies, da extração de lineamentos de relevo e das análises do perfil longitudinal. Os resultados evidenciam o forte controle tectono-estrutural da drenagem, associado a soleiras geomórficas e anomalias em planta e perfil, condizentes com a conjuntura regional associada à borda oeste dos lineamentos da Mantiqueira.

PALAVRAS CHAVES

Anomalias de drenagem; Feições fluviais; Controle estrutural; Córrego São Pedro; Perfil longitudinal

ABSTRACT

São Pedro stream, a Paraibuna river's tributary, has an atypical longitudinal profile. Its floodplains retreat to headwaters' nearby, defining an altimetric plateau that extends until the low course, where a huge step creates a new base level. Therefore, this paper pursues the understanding of how morphostructure influences this behavior, through the floodplains and relief structures mapping, lineament drawing and local geological and geomorphological inquiry. The results show the strong tectonic-structural control of drainage, due to geomorphic sills and fluvial anomalies, in response to the regional morphostructural pattern of the west Mantiqueira.

INTRODUÇÃO

Os canais fluviais guardam a história da evolução da paisagem a partir de registros morfológicos e morfoestratigráficos ao longo de seus perfis. Assim, a investigação de suas origens perpassa, entre tantos elementos, os aspectos estruturais e tectônicos, que fornecem importantes indícios sobre a formação das feições fluviais. Dessa maneira, os lineamentos estruturais destacam-se como um dos principais elementos de configuração da paisagem em relevos nos quais a morfoestrutura sobressai-se sobre a morfoescultura, registrando as deformações tectônicas, que resultam em irregularidades encontradas na superfície terrestre, expressas através de falhas, fraturas e dobramentos (TRICART, 1978 e TEIXEIRA, et al, 2009). Os processos morfodinâmicos são responsáveis pela formação das morfologias fluviais e são reflexos da procura do rio pelo seu equilíbrio (STEVAUX e LATRUBESSE, 2017). Dentre as formas de agradação produzidas pelos cursos d'água, destacam-se as planícies fluviais, que correspondem à "ambientes de acumulação sedimentar que registram os processos evolutivos do canal e das condições ambientais ao longo do tempo geológico" (BORGES et al, 2022). Os "knickpoints" são quedas abruptas que definem os gradientes topográficos para a erosão e estão frequentemente associados às mudanças na geologia ou à ocorrência de estruturas geológicas (ZANCOPE, PEREZ FILHO, CARPI JÚNIOR, 2009). A ruptura da energia do canal altera suas condições de transporte de sedimentos, promovendo zonas de baixa capacidade e competência fluvial. O perfil longitudinal de um rio refere-se a representação visual da relação entre a altitude e o comprimento de determinado percurso de água, demonstrando sua declividade (CHRISTOFOLETTI, 1980). É um instrumento importante para o estudo geomorfológico do comportamento de um rio, de modo a detectar os balanços de erosão e sedimentação (STEVAUX e LATRUBESSE, 2017). Tradicionalmente, os canais apresentam um perfil côncavo com declividades maiores próximo das nascentes e com

valores cada vez mais suaves em direção a jusante. Dessa maneira, Christofolletti (1980) traz que o perfil de equilíbrio apresenta em seu alto curso, uma zona erosiva e, conseqüentemente, um entalhamento; no médio curso, uma zona intermediária; e no baixo curso, uma zona de menor energia, em que o rio não possui capacidade de transporte ou erosão, de modo a depositar os sedimentos, referente a formação das feições aluviais. A bacia do rio Paraibuna, que tem o córrego São Pedro como um dos tributários, está localizada nos terrenos ocidentais Faixa Ribeira, um contexto geológico bastante complexo, que consiste em um cinturão de dobramentos e empurrões que foi gerado entre o Neoproterozóico e o Cambriano, durante a Orogênese Brasileira (HASUI, 2010; HEILBRON et al., 1995). Dessa forma, os aspectos morfoestruturais são bem marcantes em toda a bacia, como feições lineares de direção E-W e a falhas com direções predominantes NE-SW, entendidas como reativações referentes aos esforços neotectônicos da Plataforma Brasileira. (SILVA et al., 2016; MARQUES NETO et al., 2022; VIEIRA et al., 2022). O córrego São Pedro está localizado na zona Oeste do município de Juiz de Fora, em um relevo mamelonizado, típico dos Mares de Morros (AB'SABER, 2003). Com extensas planícies fluviais em quase todo seu curso, o córrego do São Pedro apresenta direção preferencial E-W, sendo seu baixo curso a zona de intensa energia e conseqüentemente maior erosão. Ademais, a bacia está localizada em uma área de intensa ocupação humana, tendo seu rio principal retificado e canalizado em diversos trechos, além da presença de depósitos úrbicos em seu leito. Considerando toda a miríade de aspectos ligados aos condicionantes tectônicos e estruturais do relevo regional e as evidências morfológicas e morfográficas da singularidade do perfil longitudinal do córrego São Pedro, o objetivo deste trabalho é investigar seus controles morfoestruturais regio

MATERIAL E MÉTODOS

Um dos principais dados cartográficos que guiou a obtenção dos resultados foi o Modelo Digital de Elevação (MDE), obtido com uma resolução espacial de 12,5 metros por pixel, proveniente do satélite ALOS lançado em 2006 (ASF DAAC, 2022). A partir do MDE foram produzidos rasters de relevo sombreado no ArcGIS 10.6, com os seguintes valores de azimute: 90º, 180º, 270º e 360º. Esses rasters foram a base para a extração dos lineamentos de drenagem e de relevo nas escalas de 1:25000 e 1:50000, produto muito importante para identificar feições derivadas do contexto tectônico da região. O MDE também foi utilizado para a extração do perfil longitudinal do rio principal da bacia do córrego São Pedro. Para isso foi utilizada a base hidrográfica de 2010 disponibilizada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), que foi plotada no SIG, a fim de interpolar o vetor do córrego com a altitude registrada no MDE. Como resultado desse processo, gerou-se uma tabela referente ao perfil do rio, tratada no software Microsoft Excel, a fim de remover dados espúrios. De posse dos dados tratados, a relação declividade-extensão (HACK 1973; ETCHEBEHERE et al., 2004; 2006) foi aplicada a fim analisar os declives fluviais e registrar as anomalias na concavidade do perfil, em escala semilogarítmica. Calculou-se o RDE total para o curso e também para cada trecho, os quais foram definidos através dos pixels do MDE utilizado (Equação 1). $RDE = dH/\ln L2 - \ln L1$ Em que RDE representa o índice de gradiente, dH refere-se à diferença altimétrica entre dois pontos do perfil e $\ln L2 - \ln L1$ consiste nos logaritmos da distância da nascente ao ponto final e inicial do trecho considerado (HACK, 1973). Após isso, relacionou-se o índice para o curso total com o índice para cada trecho, de forma que apenas os valores da relação RDEs/RDEt foi superior a 10 (considerados anomalias de 1ª ordem de acordo com Etchebehere et al. (2006) e Seeber & Gornitz (1983)), foram considerados para mapeamento. Os trechos foram agrupados em zonas de 50m de extensão, possibilitando trabalhar melhor com os dados e definir quais são as zonas de anomalias no curso d'água. Para o mapeamento das planícies, foi utilizado o Triangulated Irregular Network (TIN), o relevo sombreado e a imagem orbital disponível na base de dados do ArcGIS 10.6, além do arquivo vetorial de drenagem. O mapeamento consistiu em delimitar as áreas planas, ao longo do canal e comparar com as imagens aéreas e com o relevo sombreado, no intuito de certificar as áreas deposicionais, mas também para verificar possíveis falsas interpretações. Tal procedimento foi seguindo de montante à jusante (partindo da nascente do córrego até a sua foz, no rio Paraibuna), até completar toda a área mapeada. Por fim, os dados produzidos foram plotados sobre a base geológica disponibilizada pela Codemig (2014) e também sobre o mapeamento da geomorfologia da bacia do rio Paraibuna de Marques Neto et al. (2017). Alguns dados puderam ser validados em campo, em visita no dia 26 de abril de 2023, em toda a extensão da bacia do córrego

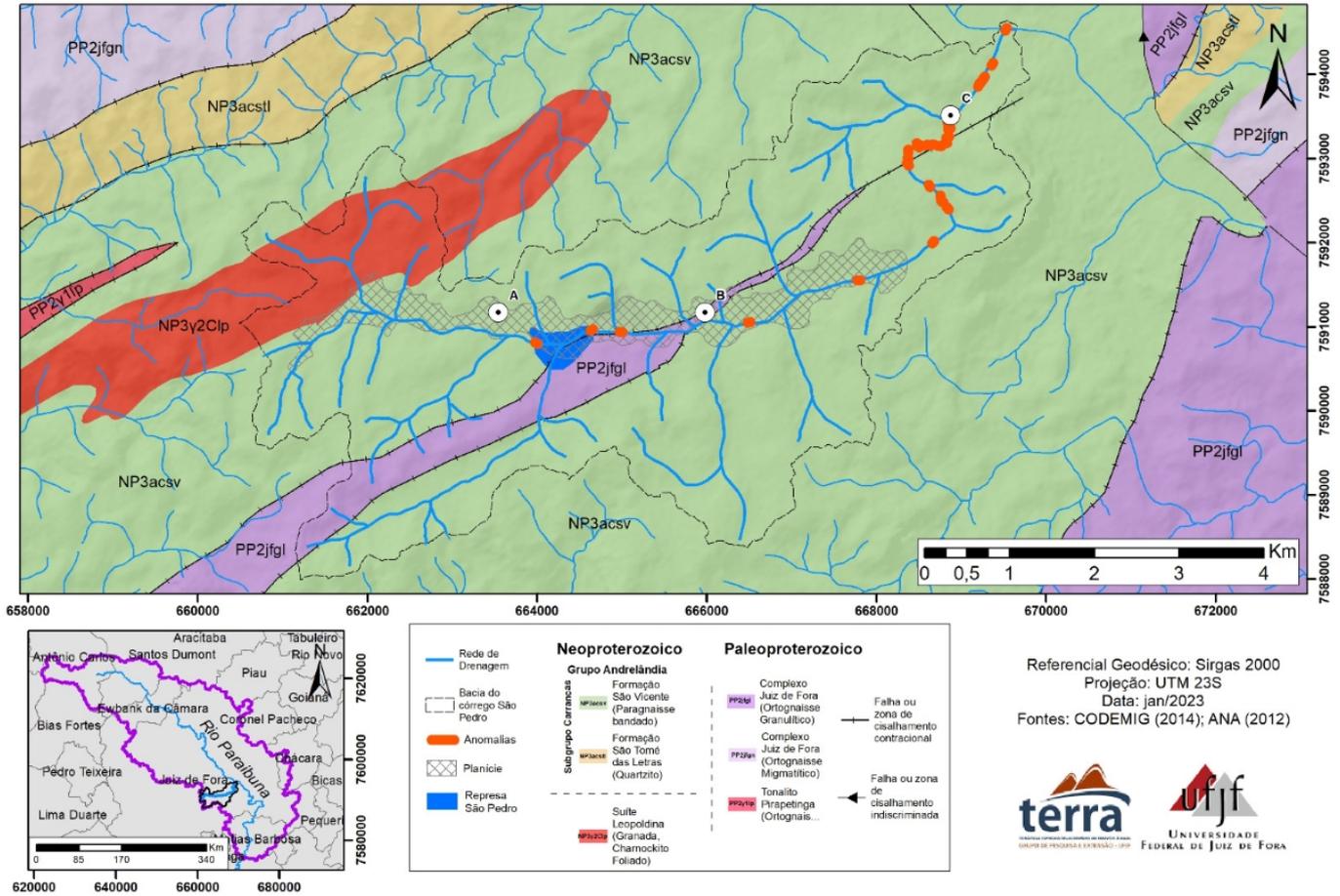
São Pedro, com detalhamento de nove pontos amostrais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado nas Figuras 1 e 2, o córrego São Pedro possui características de destoa dos modelos tradicionais. Suas planícies fluviais se concentram no alto e médio curso, conformando zonas com perfil mais plano, que dão lugar a um trecho encachoeirado rumo ao baixo curso, marcado por importante desnível altimétrico. É possível identificar um cotovelo de drenagem no terço superior do córrego São Pedro (Figura 1). Porém, não foram identificadas zonas anômalas no perfil longitudinal do rio (Figura 2) e nem foram mapeados lineamentos pronunciados nesta área, trazendo o questionamento do que poderia estar por trás desse desvio. Além disso, nessa área, localiza-se o reservatório de água do bairro São Pedro, que forma uma zona helocrena em seu remanso (Figura 3A), caracterizada pelo acúmulo de sedimentos aluviais e má drenagem do solo em uma morfologia plana a suave-ondulada. Essa morfologia característica e a presença de plantas hidrófitas denotam áreas úmidas de origem flúvio-lacustre. No alto curso da bacia do São Pedro, é identificada uma morfologia composta por vertentes baixas e alongadas, com uma amplitude altimétrica pequena do interflúvio para o talvegue e com um vale largo (baixo entrenchamento). Há também uma grande pressão derivada do processo de urbanização, com trechos retificados e canalizados do rio. No médio curso, o rio principal segue de maneira bastante retilínea na direção E-W, apresentando pronunciados lineamentos de drenagem. Apesar da influência antrópica no direcionamento da calha, a morfologia do baixo vale comprova que o trecho retilíneo é anterior à urbanização (ainda que esta possa ter exacerbado suas características). Ao longo dos seus afluentes, é possível identificar lineamentos de direção NE-SW e N-S, que controlam essa drenagem. Também é identificada a presença de anomalias de perfil, que coincidem com a falha de cisalhamento identificada na base geológica (Figura 1). Essa área apresenta planícies bastante extensas não apenas no rio principal, mas também no baixo curso de muitos de seus afluentes. E, de acordo com o perfil, nesse trecho o rio atinge seu nível de base local. É interessante questionar a localização das planícies fluviais, que, pelo mapa geológico, parecem estar relacionadas à falha, que controla essas anomalias de perfil, formando soleiras responsáveis pelo aprisionamento dos sedimentos, junto da grande soleira geomórfica no baixo curso, que é originada por uma falha geológica que atravessa a área urbana do município (ROCHA, 2005) e está em consonância com a direção da Faixa Ribeira. Além desse compartimento, o baixo curso da bacia hidrográfica, apresenta grandes desvios abruptos na drenagem, que anteriormente estavam correndo em direção W-E e, ao encontrar um grande bloco rochoso, migra para NW-SE. Essa área coincide com as zonas mais anômalas do perfil, que apresentam quedas de mais de 100m. Também é interessante notar que essas anomalias estão relacionadas com as falhas do mapa geológico. Porém, não foi identificado nenhum pronunciado lineamento no relevo ou na drenagem próximo dessas zonas. Essas anomalias foram validadas em campo, com a visualização de um trecho de fluxo turbulento em leito rochoso que culmina em uma cachoeira. Ademais, através da observação dos mapas, é possível perceber uma reentrância erosiva no bloco rochoso, representando o esforço do rio em romper essa soleira. Por fim, não é registrada a formação de planícies no baixo curso, com exceção das proximidades com a confluência com o rio coletor. Nesse trecho final, o córrego São Pedro atinge seu nível de base, de forma que não há características erosivas e sim de processos deposicionais. Porém, também nesse trecho final, foram identificadas algumas zonas de anomalias do perfil, as quais não tiveram registros morfológicos visualizados em campo. Foram observados alguns trechos de leito rochoso, que podem estar associados a uma busca do rio por um “equilíbrio” ainda não obtido. Porém, é importante salientar que essa área é bastante antropizada, e que o rio se encontra retificado, o que dificulta interpretações mais assertivas.

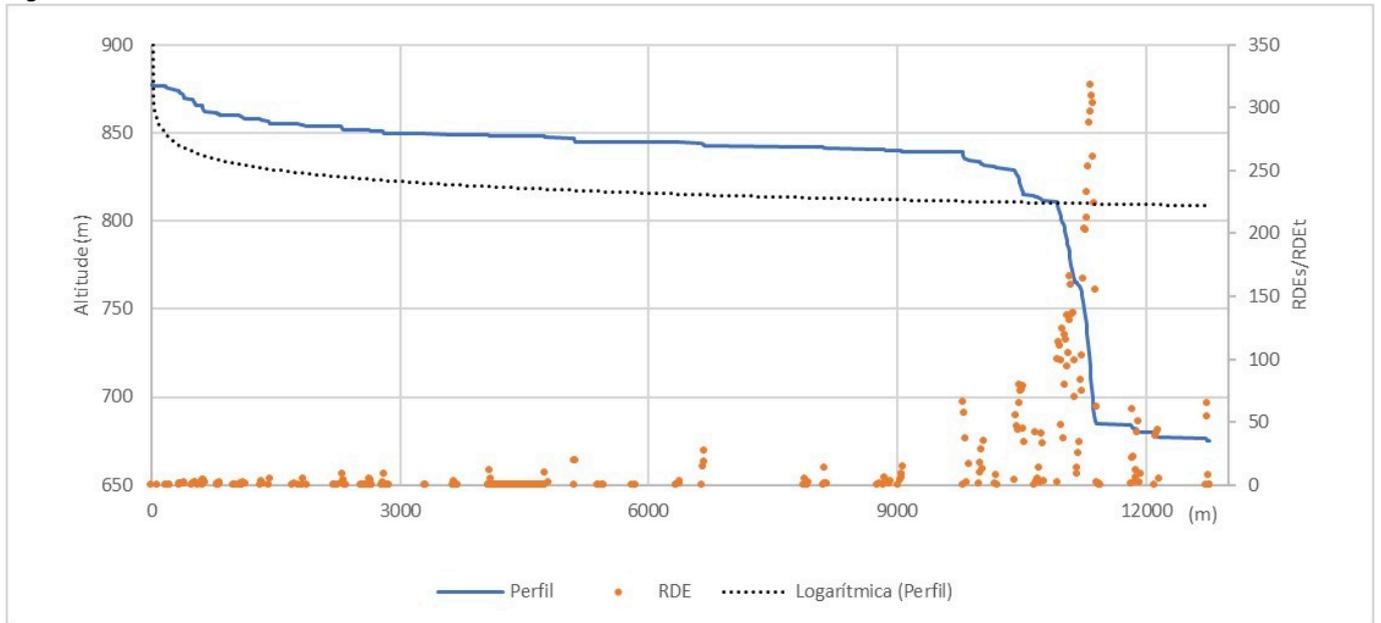
Figura 1

Geologia da Bacia do Córrego São Pedro



Mapa Geológico da Bacia do Córrego São Pedro. Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 2



Perfil longitudinal do córrego São Pedro. Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 3



A- Rebordo da represa. B- Extensa planície do médio curso. 3- Vista frontal do compartimento rochoso que atua como soleira geomórfica. Fonte: Autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após todas as análises e estudos feitos para a bacia do córrego São Pedro, constata-se a concepção prévia a respeito da morfologia desse canal: apresenta um perfil anômalo, onde a zona de maior erosão e energia do fluxo é o baixo curso, a formação de suas planícies ocorre ao longo do médio curso do canal, influenciada pela presença de uma soleira geomórfica. Assumindo a inexistência de mudanças litológicas que possam explicar tal característica, assume-se a hipótese de um controle tectono-estrutural em uma dinâmica horst-graben a partir de falhas ainda não mapeadas. Diante disso, entre o terço superior e médio da bacia, encontra-se uma área suavemente ondulada, com um acúmulo de sedimentos aluviais e solos hidromórficos (características de áreas flúvio-lacustres), além de uma pequena amplitude altimétrica entre o interflúvio e o talvegue. Por outro lado, no baixo curso, interpretado nos modelos tradicionais como zona de baixa energia e depósito dos sedimentos, observa-se o encachoeiramento do canal (desnível altimétrico de aproximadamente 150m, em uma extensão de 1km), leitos rochosos e uma maior energia do fluxo hídrico, por conseguinte, sem formação de planície. Sendo assim, é nítido que há o controle estrutural exercido pela presença da falha contracional, ao longo de todo curso do canal, denotando essas anomalias encontradas. Para encerrar, cabe deixar explícito que este estudo gerou novos questionamentos que podem ser investigados em futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geomorfologia. 2ª edição. São Paulo: Edgar Blucher LTDA, 1980.
- BORGES, G. F.; MORAIS, N. B.; SILVA, A. C.; PEREIRA, L. S.; LAWALL, S. Geomorfologia Fluvial do Brasil Associada ao Atual Contexto Socioambiental. In: Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira. (Org.) CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, M. C. V.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T. vol. 1, Brasília. Selo Calíandra, 2022.
- ETCHEBEHERE, Mario Lincoln de Carlos; SAAD, Antonio Roberto.; FÚLFARO, V. J.; PERINOTO, J. A. J. Aplicação do índice “Relação Declividade-Extensão – RDE” na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 4, n. 2, p. 43-56, 2004.
- ETCHEBEHERE, Mario Lincoln de Carlos; SAAD, Antonio Roberto.; SANTONI, Gisele; CASADO, Fabio da Costa; FULFARO, Vicente José. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do rio do Peixe, região Ocidental Paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade-extensão) em segmentos de drenagem. Geociências, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 271-287, 2006
- HACK, J. T. Stream profile analysis and stream gradient index. J. Res. US Geol. Survey, v. 1, n.4, p. 421-429, 1973.
- HASUI, Yociteru. A grande colisão pré-cambriana do sudeste brasileiro e a estruturação regional. Geociências, v. 29, n. 2, p. 141-169, 2010.
- HEILBRON, Monica; VALERIANO, Claudio de Morisson; VALLADARES, Claudia Sayão; MACHADO, Nuno. A Orogênese Brasileira no Segmento Central da Faixa Ribeira, Brasil. Revista Brasileira de Geociências, v. 25, p. 249- 266, 1995.
- JESUS, V. C. Análise da Geomorfologia Fluvial da Bacia do Rio Preguiças: padrões de drenagem na região dos Lençóis Maranhenses. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Geografia - Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 147 p., 2021.
- LIMA, M. I. C. Análise de Drenagem e seu Significado Geológico-geomorfológico. 3ª ed. Belém, Pará, 222 p. 2006.
- MARQUES NETO, R.; SILVA, F. P.; FERNANDES, R. de A.; BARRETO, J. C.; EDUARDO, C. C. A Espacialidade do Relevo em Paisagens Transformadas e sua Representação: mapeamento geomorfológico da bacia do rio Paraibuna, Sudeste de Minas Gerais. RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise, [S.l.], v. 41, p. 65-81, ago. 2017. ISSN 2177-2738. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/49186>>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- MARQUES NETO, R.; SILVA, F. P.; MOREIRA, J. A.; FELIPPE, M. F. Diferentes Controles na Evolução do Relevo em Faixas Móveis Neoproterozoicas: considerações sobre uma bacia hidrográfica neotectônica. Revista Brasileira de Geomorfologia, [S. l.], v. 23, n. 1, 2022. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2079>>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- ROCHA, G. C.. Riscos Ambientais: Análise e Mapeamento em Minas Gerais. Juiz de Fora: UFJF, 2005.
- SEEBER, L.; GORNITZ, V. River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. Tectonophysics, v. 92, p. 335-367, 1983.
- SUMMERFIELD, M. A. Global Geomorphology: an introduction to the study of landforms. New York: Longman, 537 p. 2013.
- STEVAUX, J., LATRUBESSE, E. M. Geomorfologia Fluvial. São Paulo: Oficina de Textos. vol. 3. 2017.
- TEIXEIRA, W., TOLEDO, M. C. M., Fairchild, T. R., TAIOLI, F. Decifrando a Terra. 3ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- TRICART, J. A Marca dos Seres Vivos no Meio. In: A Terra, Planeta Vivo. Lisboa: Ed. Presença. 1978.
- WARD, J.V.; STANFORD, J.A. Ecological Connectivity in Alluvial River Ecosystem and Its Disruption by Flow Regulation. Regulated Rivers: Research & Management, v. 11, p.105-119, 1995.
- ZANCOPE, M. H. de C.; FILHO, A. P.; CARPI JÚNIOR, S. Anomalias no perfil longitudinal e migração dos meandros do rio Mogi Guaçu. Revista Brasileira de Geomorfologia, [S. l.], v. 10, n. 1, 2009. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/115>. Acesso em: 15 abr. 2023.

