# Aspectos do relevo da bacia do rio Pandeiros – MG: análise de perfis longitudinal e transversais

*Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin[1], Bráulio Magalhães Fonseca[2],Diego Alves de Oliveira[3], Arnon Costa Pereira de Lima[4], Paulo Roberto Antunes Aranha[5]*

**Resumo**

As formas de relevo são importantes indicadores dos fatores e agentes envolvidos nos processos erosivos atuantes em sua elaboração. Constituem uma espécie de síntese das forças operantes na superfície da Terra, influenciando na intensidade, magnitude e distribuição espacial destes processos. Neste artigo discutimos essa relação para explicar o modelado atual da bacia do rio Pandeiro com o uso de mapas gerados por geoprocessamento em especial o hipsométrico e o de declividade. Os resultados indicam a existência de dois eixos associados à evolução do relevo, com efeitos diretos sobre a produção, transporte e deposição de sedimentos: um, longitudinal, expondo grandes rupturas de declive; o outro, transversal é conectado ao avanço das cabeceiras dos afluentes do Pandeiros.

Palavras-chave: Bacia de drenagem. Formas de relevo. Mapa Hipsometria. Mapa de Declividade. Dinâmica geomorfológica.

**Abstract**

The relief forms are important indicators of the factors and agents involved in the erosive processes acting in their elaboration. They constitute a kind of synthesis of the forces operating on the Earth's surface, influencing the intensity, magnitude, and spatial distribution of these processes. In this article we discuss this relationship to explain the current modeling of the Pandeiro River basin using maps generated by geoprocessing, the hypsometric and slope maps. The results indicate the existence of two axes associated with the evolution of the relief, with direct effects on the production, transport, and deposition of sediments: one, longitudinal, exposing large slope breaks; the other, transversal, is connected to the advance of the headwaters of the tributaries of the Pandeiros.

Keywords: Drainage basin. Landforms. Hypsometric map. Slope map. Geomorphological dynamics.

[1]Instituto de Geociências. CPMTC, Universidade Federal de Minas Gerais. Professora, PhD. Av. Antônio Carlos, 6.627, Belo Horizonte, MG. E-mail: chaugustin@hotmail.com
[2]Instituto de Geociências, CPMTC, Universidade Federal de Minas Gerais. Professor, PhD. Av. Antônio Carlos, 6.627, Belo Horizonte, MG. E-mail: brauliomagalhaes@gmail.com
[3]Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais. PhD. Av. Antônio Carlos, 6.627, Belo Horizonte, MG. Professor, PhD. E-mail: diego.oliveira@ifmg.edu.br
[4]Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais. MSc. Av. Antônio Carlos, 6.627, Belo Horizonte, MG. E-mail: arnon bhmg@gmail.com
[5]Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Professor, PhD. Av. Antônio Carlos, 6.627, Belo Horizonte, MG. E-mail: aranha1941@gmail.com

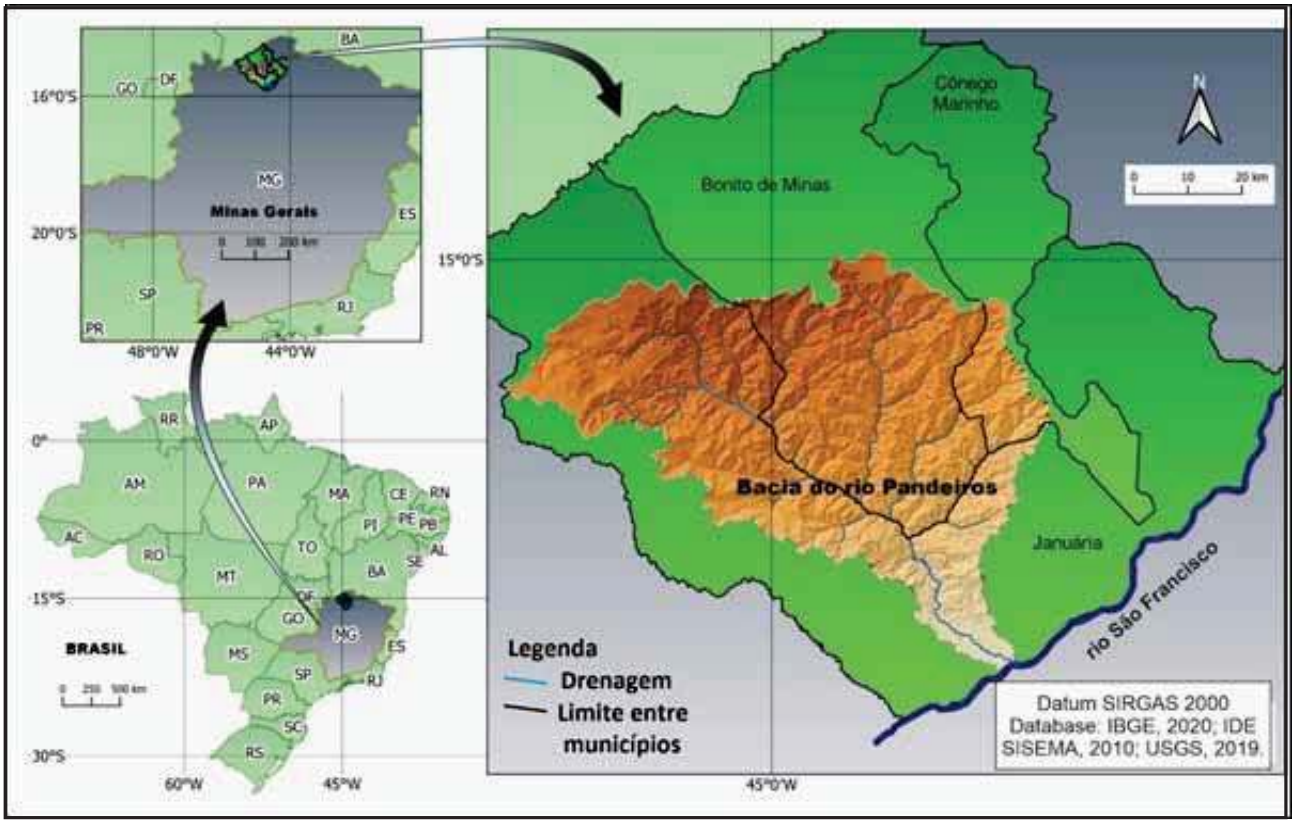
## Introdução

Este trabalho aborda a questão de como as formas de relevo da bacia do rio Pandeiros, MG, afetam, e são afetadas, pela dinâmica geomorfológica. Por estar localizada em uma zona tropical subsumida, essa bacia tem o relevo modelado principalmente pela erosão da água atuando sobre o material intemperizado das rochas do substrato, material este que é eventualmente transportado e cuja carga é parcialmente depositada na própria bacia (BANDEIRA *et al*., 2020; OLIVEIRA, 2021). Nesse contexto, é necessário examinar o papel do relevo através do efeito que tem no escoamento da água superficial, seja nas encostas, seja nos canais fluviais.

O rio Pandeiros encontra-se localizado na margem esquerda da porção média da bacia do rio São Francisco (rSF), Minas Gerais (MAPA 1). A importância ambiental da bacia do Pandeiros levou o Poder Público a instituí-la como Área de Proteção Ambiental (APA), através da Lei nº 11.901, de 01 de setembro de 1995 (MINAS GERAIS, 1995). Novo decreto estadual nº 43.910, de 05 de novembro de 2004 (MINAS GERAIS, 2004), criou o Refúgio Estadual da Vida Silvestre do Rio Pandeiros, localizado no interior da Área de Proteção Ambiental Pandeiros, no município de Januária. Essa importância justifica o interesse que a bacia continua despertando nos pesquisadores, gerando trabalhos sobre o meio biofísico, como os de Augustin *et al.*(2020), Augustin e Maia-Rodrigues (2012), Bandeira *et al.* (2018), Barbosa (2010), Bethonico (2009a, 2009b), Bethonico e Cunha(2009), Fonseca, D.(2012), Fonseca *et al.* (2011), Lima (2019), Lopes e Magri (2015), Maia-Rodrigues (2012), Martins *et al.* (2015), Oliveira(2013), Oliveira, Augustin e Fonseca (2017), Oliveira(2021) e Silva (2020), incluindo ainda, entre outros, o Mapeamento Geomorfológico do CETEC (1983). Eles constituem fontes fundamentais para a análise da influência do modelado da superfície na dinâmica geomorfológica da área.

A ênfase dada à análise das formas de relevo no presente trabalho, se ampara no fato de que elas constituem o resultado da atuação dos processos envolvidos em sua elaboração ao longo do tempo. Constituem, assim, o que se pode denominar de feições de longa duração ("*long lasting features*"), uma vez que tendem a mudar relativamente pouco na escala temporal de centenas, milhares e mesmo milhões de anos, a depender da magnitude dos eventos geológicos e geomorfológicos, a despeito da ação antrópica, (AUGUSTIN, 1979; GARCIA; AUGUSTIN; CASAGRANDE, 2020). Isto as torna uma base cartográfica confiável não só para a análise da dinâmica da superfície, como também para o lançamento de dados de fenômenos temporal e espacialmente variáveis, como a cobertura vegetal e as feições produzidas pelo homem.

Mapa 1 – Mapa com a localização da bacia de drenagem do rio Pandeiros – MG e dos municípios que dela fazem parte: Cônego Marinho, Bonito de Minas e Januária




Fonte: Adaptado pelos autores com base em CHAGAS *et al.*, 2022.

O relevo também representa um conjunto de feições da "epiderme" da superfície terrestre, o que facilita sua identificação, caracterização e mensuração por instrumentos de imageamento aéreo (satélites, aviões, vants, etc.), orientando, inclusive as checagens de campo. Isto torna possível a análise dos diversos atributos e aspectos dos principais elementos das formas de relevo que compõem a superfície dos continentes e mesmo o fundo oceânico (BIERMAN; MONTGOMERY, 2014). Não menos importante, é seu efeito sobre a distribuição de energia e matéria na superfície da Terra, através da influência que tem no escoamento superficial da água de chuva e nas suas taxas de infiltração, bem como nos sistemas fluviais estando, portanto, associado a dinâmica atual de bacias de drenagem (AUGUSTIN *et al.*, 2020).

Os principais objetivos deste trabalho são: a) entender como os principais fatores e elementos do meio físico influenciam as características atuais do relevo; b) mostrar como as formas do relevo afetam as demais características da bacia, em especial os processos erosivos e a drenagem fluvial. Isto porque se parte do princípio de que essas características podem afetar a distribuição de energia e as consequências na produção, deslocamento, transporte e deposição de sedimentos na bacia.

## Metodologia

### Características da área de estudo

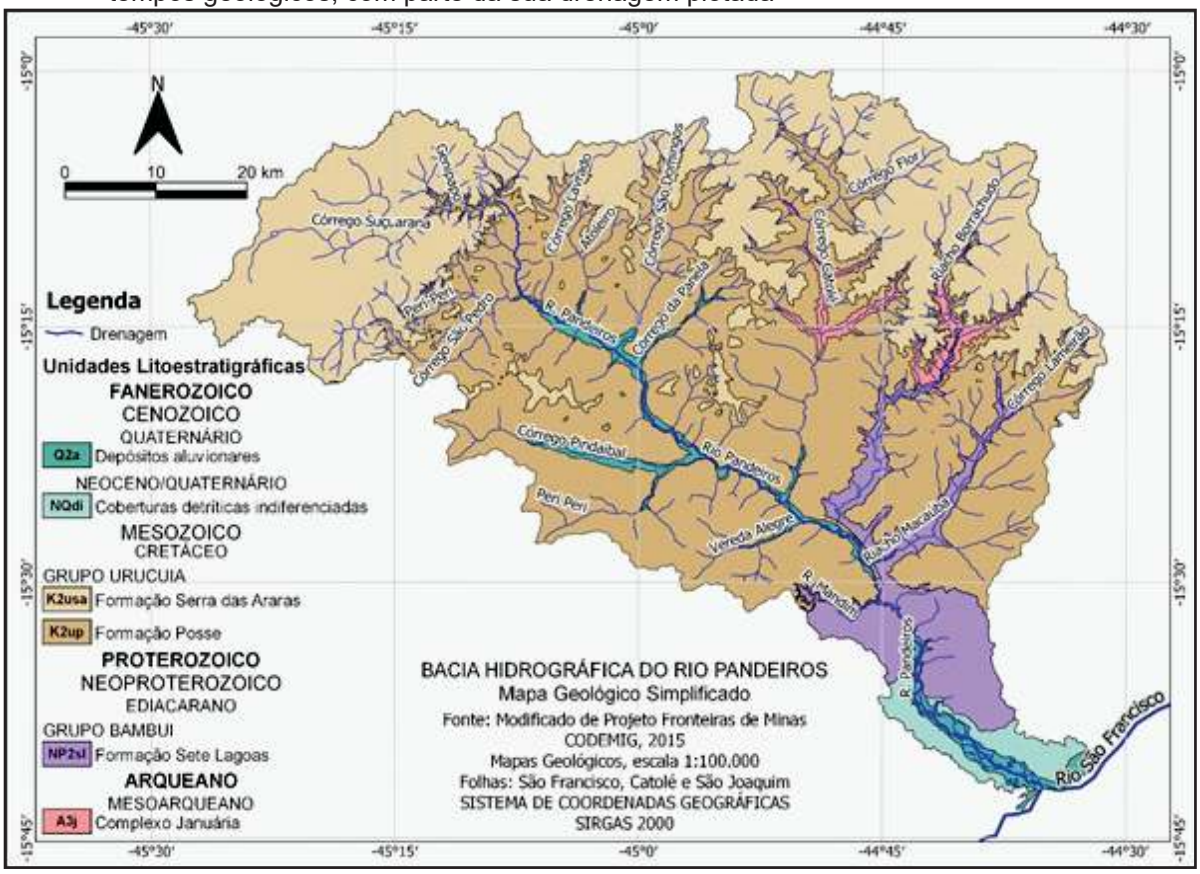
O rio Pandeiros deságua na porção média da bacia do rSF, do qual é afluente da margem esquerda, e sua bacia, com aproximadamente

3.931 Km$^2$, encontra-se localizada no norte do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas 15°0'00"/15°43'00"S de latitude e 45°28'00"/44°35'03.40" W de longitude (MAPA 1).

Grande parte da bacia do Pandeiros é formada por rochas predominantemente areníticas do Grupo Urucuia, do Cretáceo Superior, pertencentes às formações Posse, da base, e Serra das Araras, que a sobrepõe (MAPA 2). Sob o Grupo Urucuia, aflorando em especial na porção sul da bacia, são encontradas rochas pelíticas e carbonáticas do Grupo Bambuí (Fm. Sete Lagoas) do Proterozoico Superior, com datação entre 740 e 600 Ma (MARTINÉZ, 2007). Além de rochas granito-gnáissicas (Complexo Januária), do embasamento cristalino, do Arqueano e Neoproterozoico, com idades entre 2.329 ± 55 e 1.817 ± 37 Ma (REZENDE, 2017, p. 1). Essas últimas afloram de maneira restrita nos altos cursos do córrego Catolé e do riacho Borrachudo (Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMIG) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), (2015), Folha Catolé - SD.23-Z-C-I, 2015).

As coberturas superficiais quaternárias da bacia correspondem, predominantemente, aos regolitos, aqui entendidos como todo o material encontrado entre a rocha sã e o ar fresco (TAYLOR; EGGLETON, 2001). Eles foram formados pela intemperização *in situ* das rochas do Grupo Urucuia, ou por depósitos aluviais ao longo das planícies fluviais dos rios Pandeiros e São Francisco (MAPA 2). Os depósitos coluviais ocorrem principalmente em áreas próximas às Escarpas, unidade geomorfológica que circunda a bacia.

Mapa 2 – Mapa Geológico da bacia do rio Pandeiros, com suas unidades litoestratigráficas e respectivos tempos geológicos, com parte da sua drenagem plotada



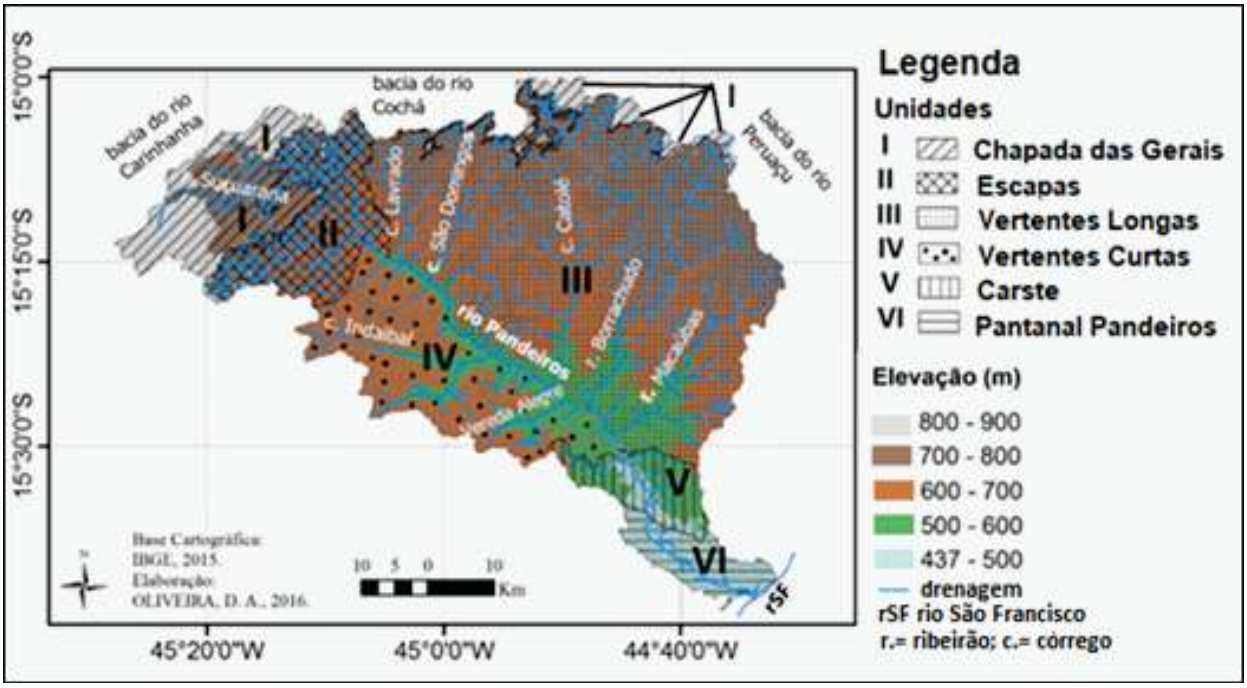

Fonte: Adaptado de CODEMIG; UFMG, 2015.

Do ponto de vista geomorfológico, a bacia do rio Pandeiros está situada na borda sudeste do "Chapadão Urucuia", segundo Kiang; Silva (2015), que abriga o aquífero homônimo (GASPAR; CAMPOS, 2007). As porções NW, N e parte da NE da bacia ainda fazem parte desse chapadão, que forma um relevo plano sobre rochas sedimentares predominantemente areníticas e horizontalizadas, que se estende do noroeste do estado de Minas Gerais ao oeste da Bahia, sudeste do Tocantins, sul do Maranhão e sul do estado do Piauí. Grande parte da bacia do Pandeiros, no entanto, está fora desse domínio, apresentando um relevo dissecado sobre estruturas sedimentares horizontalizadas a subhorizontalizadas das rochas areníticas da Formação (Fm.) Posse, também do Grupo Urucuia, no qual predominam longos interflúvios e declividades de médias a baixas (AUGUSTIN *et al.*, 2020).

Segundo Oliveira, Augustin e Fonseca (2017), embora ocorram na bacia três grandes substratos geológicos: Grupo Urucuia, Grupo Bambuí e o Complexo Januária (granito-gnaisses), além de áreas com cobertura de sedimentos quaternários basicamente aluviais, como os das planícies do rio São Francisco (rSF) onde é mais expressiva, o relevo conta com, pelo menos, seis Domínios Geomorfológicos (MAPA 3). Cada um dos Domínios apresenta individualização quanto às formas de relevo e dinâmica hidrogeomorfológica.

O Domínio I (Chapada das Gerais) é remanescente do Chapadão Urucuia, Kiang e Silva (2015), com relevo relativamente plano a levemente ondulado, baixas declividades e drenagem paralela, desenvolvida sobre as rochas da Fm Serra das Araras (MAPA 3).

Mapa 3 – Mapa dos Domínios Geomorfológicos da bacia do rio Pandeiros, MG




Fonte: Adaptado pelos autores com base em OLIVEIRA; AUGUSTIN; FONSECA, 2017.
Nota: Unidades relativamente homogêneas de padrões de formas de relevo e seus principais cursos de água: c. (córrego); v. (vereda); r. (ribeirão).

O Domínio das Escapas (II), é caracterizado por uma grande ruptura de declive, que pode atingir até 80 m de altura, localizada de maneira mais ou menos contínua, nas bordas NW, N e NE da bacia do Pandeiros, formando uma grande zona de nascentes (MAPA 3). O Domínio das Vertentes Longas (III) ocupa toda a área da margem esquerda do Pandeiros, com afluentes mais longos do que os da margem direita, interflúvios também alongados, declividades pouco acentuadas sobre rochas da Fm. Posse. O lado direto do rio Pandeiros, Mapa 3, é identificado como Domínio das Vertentes Curtas (IV), caracterizado por rios menos extensos, mas bastante encaixados, correndo sobre regolito de rochas predominantemente areníticas da Fm. Posse, com alguns interflúvios ainda em rochas remanescentes da Fm. Serra das Araras, de coloração avermelhada (MAPA 2). O Domínio V, denominado Carste demonstrado no Mapa 3, como o próprio nome indica, tem relevo do tipo cárstico, desenvolvido em rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, com drenagem subterrânea e presença de poljes, dolinas e cavernas. A porção topograficamente mais baixa da bacia, é ocupada pelo Domínio do Pantanal (VI), área úmida (*wetland*), periodicamente inundada pelas águas do Pandeiros e do rSF.

A diferenciação das características das formas de relevo entre os domínios está associada à individualização das respostas de cada um deles ao intemperismo das rochas e à erosão, bem como à existência de paleoestruturas que condicionaram algumas características topográficas e estruturais das rochas. É o caso do "Alto Estrutural de Januária", de acordo com Rezende; Oliveira; Oliveira (2018), área topograficamente mais elevada que limitou, no Cretáceo Superior, a deposição das rochas do Grupo Urucuia em áreas onde hoje afloram rochas do complexo granito-gnáissico do embasamento cristalino. A presença de um número maior de domínios geomorfológicos do que geológicos, conforme Mapas 2 e 3, ainda é o resultado de influências tectônicas, como lineamentos, e de características litoestruturais, como acamamentos e juntas, entre outros, que afetaram as rochas do substrato interferindo na orientação da dissecação e no avanço dos canais fluviais (AUGUSTIN *et al.,* 2020).

Localizada em área de transição entre o clima tropical subsumido e o semiárido a bacia apresenta temperatura média anual de 24°C; nos meses mais frios, junho e julho, a temperatura média fica em torno dos 20,4°C e no mês mais quente, outubro, em 25,5°C. A precipitação média anual é em torno dos 1.057,4 mm (PEREIRA *et al.*, 2007). Nos meses de maior pluviosidade, entre outubro e março, caem 91% do total anual precipitado. Os meses mais secos ocorrem entre abril e setembro (BETHONICO, 2009a). Pereira *et al.* (2007, p. 616) ressaltam que os aspectos de semiaridez da área seriam decorrentes "das elevadas temperaturas e dos baixos índices de nebulosidade". Isto faz com que a evapotranspiração potencial seja muito alta, "principalmente na região do Submédio São Francisco, onde algumas estações registram valores de até 3.000 mm $ano^{-1}$", o que caracteriza a ocorrência de déficit hídrico em grande parte do ano".

A maior parte da bacia tem cobertura vegetal de espécies do bioma do Cerrado lato senso (*l.s.*), no qual se distinguem várias fitofisionomias e seus respectivos ecossistemas (SCOLFARO; CARVALHO, 2006; FONSECA *et al.*, 2011). Entre elas, destacam-se: o cerrado senso estrito (*s.e.*), o campo sujo, o campo cerrado, as veredas, a mata ciliar, ou

Floresta Estacional Semidecidual que, segundo Scolforo e Carvalho (2006), está associada à presença de corpos de água permanentes ou intermitentes, e a mata caducifólia (mata seca), esta última restrita aos afloramentos de rochas carbonáticas. As matas caducifólias são compostas por espécies que podem ser consideradas azonais na bacia, ou seja, sua presença não se encontra associada ao clima semiárido da região, mas à ocorrência de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí. Estas, em função do seu intenso fraturamento, têm baixa capacidade de retenção de água de escoamento da chuva, que acaba por criar um déficit hídrico "local" (AUGUSTIN *et al*., 2020).

**Materiais e Técnicas**

Foram produzidos: imagens, dados e representações espaciais do relevo, além de medidas e controles de campo, essenciais para a interpretação das interações entre o relevo e a dinâmica hidrogeomorfológica de bacias de drenagem, como é o caso do rio Pandeiros. A abordagem adotada permitiu espacializar e extrapolar os resultados obtidos para áreas não amostradas diretamente no campo, procedimento este preconizado, entre outros, por Christian e Stewart (1968).

O Mapa Geológico 2, elaborado a partir da base cartográfica do Mapa Estadual de Geodiversidade de Minas Gerais do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2010,escala de 1: 1.000.000,com o uso de software do SIG, possibilitou um recorte da base cartográfica do limite da bacia, segundo Oliveira, Augustin e Fonseca (2017). Após observações de campo e análise de Imagens do *Google Earth Pro* (2017 a 2022), o mapa geológico foi reconfigurado utilizando como base os mapas da CODEMIG; UFMG (2015), na escala 1: 100.000 das folhas: São Joaquim - SD.23-Y-D-III; Catolé - SD.23-Z-C-I; Januária - SD.23-Z-C-II; São Francisco - SD.23-Z-C-IV e Folha São João da Ponte - SD.23-Z-C-V.

O Mapa Hipsométrico, Mapa 4, utilizado para a obtenção dos perfis longitudinal e transversais, apresenta classes que foram divididas conforme critério de quebras naturais dos dados numéricos de altimetria do relevo. Juntamente com o Mapa 5 de Declividade, teve como base, o modelo digital de elevação SRTM, com imagens obtidas no Projeto TopoData do INPE - ArcGIS 10.5, (imagens 15s45, 15s465, 14s45 e 14s465), seguindo metodologia de Fonseca (2010) e Fonseca e Augustin (2011).Os valores de declividade foram interpolados usando a Densidade de Kernel, com raio de busca de 1.128 m. Medidas e observações de campo, incluindo as da cobertura vegetal e de outras feições características das vertentes, foram realizadas em pontos específicos de cada Domínio Geomorfológico, a partir identificação dos Sítios Geomorfológicos (SG),seguindo metodologia proposta por Augustin (1979).

Foram ainda utilizadas imagens do *software Google Earth Pro* (de 2017 a 2022) para efetuar medidas de distância, altitude e localização de áreas e pontos específicos, bem como para a obtenção de detalhamento de informações sobre os perfis. Para a identificação da drenagem, com a manutenção da grafia original, além de outras checagens, foram utilizados os mapas topográficos do IBGE, escala 1: 100.000, das Folhas: Catolé - SD.23-Z-C-I, 1970; Januária - SD.23.Z-C-II (MI-2178), 1980 (2ª Edição); São Joaquim - SD.23-Y-D-II e São Francisco - SD.23-Z-C-IV, ambos de 1972.

Esse artigo é produto de estudos desenvolvidos no âmbito do Projeto "Sustentabilidade

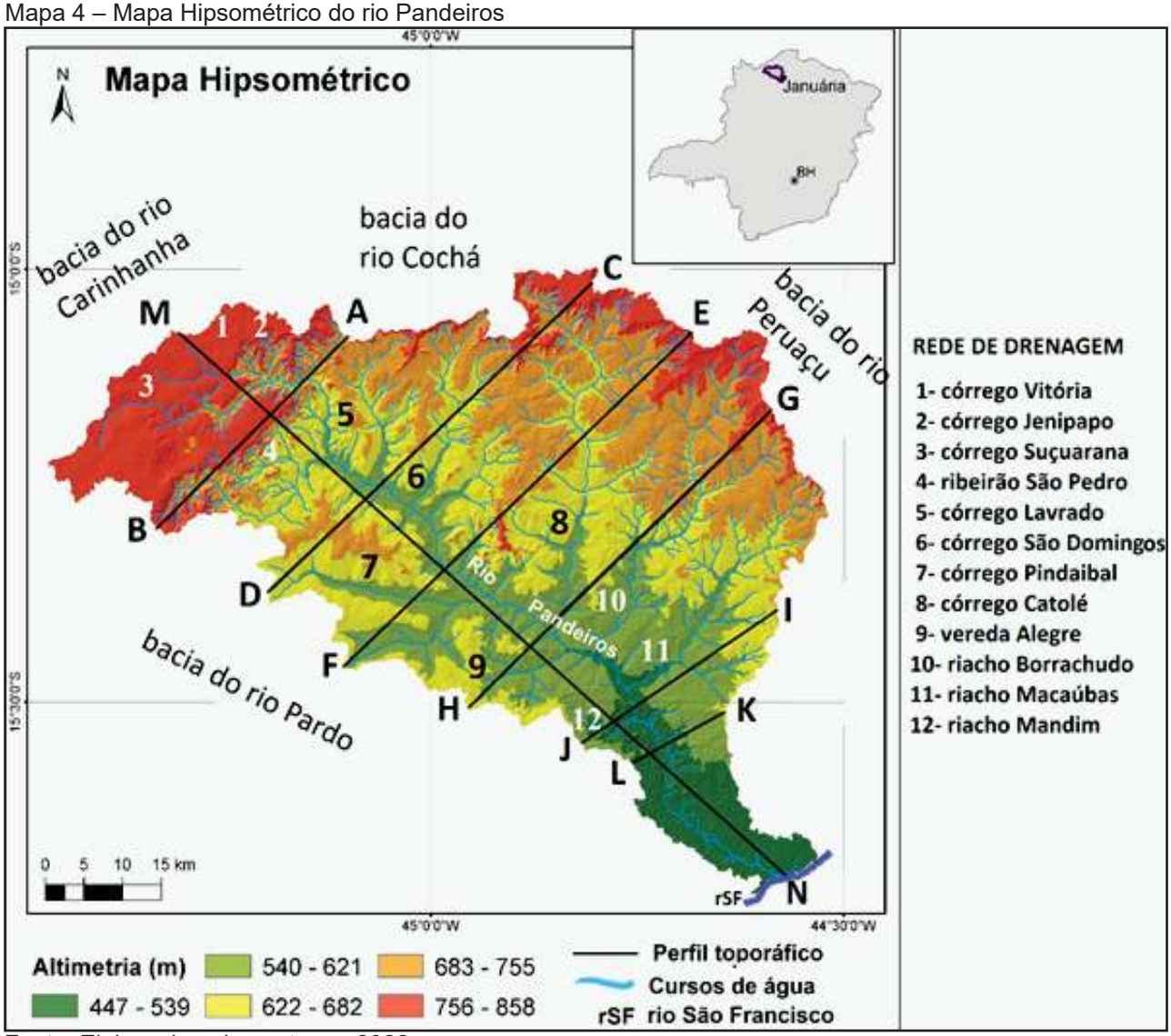
da bacia do Rio Pandeiros: Linha Temática: Dinâmica de Vertentes da Bacia do Rio Pandeiros" (FAPEMIG, Relatório Final Projeto "Sustentabilidade da bacia do Rio Pandeiros. BH: Processo, nº APQ-03773-14, 2020)[6].

## Resultados e Discussão

### Eixos de estruturação do relevo

A análise do Mapa Hipsométrico, Mapa 4, mostra a existência de dois eixos de estruturação do relevo na bacia do Pandeiros: um, longitudinal (M-N) e o outro, formado por perfis transversais (A-B); (C-D); (E-F); (G-H); (I-J); (K-L). O primeiro, de direção NW-SE corresponde ao perfil longitudinal da bacia, das porções mais elevadas (Chapada das Gerais) em direção às mais baixas da foz, na confluência do Pandeiros com o rSF (FIGURA 1). O segundo, aos perfis transversais da bacia (A-B; C-D; E-F; G-H; I-J-L-M), da margem esquerda mais alta, para a margem direita, mais baixa (MAPA 4).

Mapa 4 – Mapa Hipsométrico do rio Pandeiros




Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Nota: No Mapa Hipsométrico foram plotados o perfil longitudinal (M-N), do limite NW da bacia do rio Pandeiros, ao SE, na confluência com o rio São Francisco (rSF) e os perfis transversais (A-B; C-D; E-F; G-H; I-J- L-M), perpendiculares ao comprimento da bacia. O Mapa mostra ainda os principais afluentes do Pandeiros e as bacias de drenagem vizinhas.

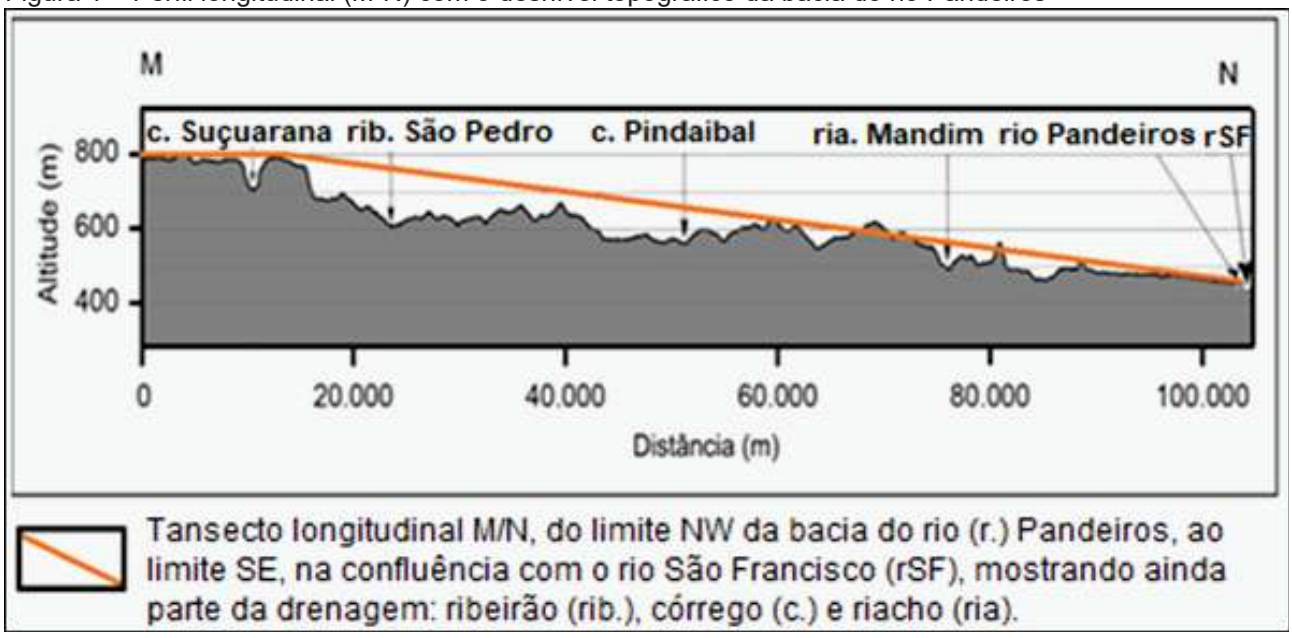
[6]https://www.igc.ufmg.br/geografia/pos-graduacao-em-geografia/relatorios-e-produtos-tecnicos/

A existência desses dois eixos, o longitudinal e os transversais à bacia, tem efeito prático na distribuição da energia potencial para o trabalho erosivo da água, seja do escoamento superficial, seja do fluvial. Indica também as direções nas quais essa energia é transformada em trabalho erosivo (energia cinética); da mesma maneira, mostra ainda onde ela diminui, levando à deposição do material erodido.

## O Perfil Longitudinal

No primeiro eixo M-N, Figura 1, o desnível altimétrico é de cerca de 383 m, em aproximadamente 107 km de comprimento da bacia, distância medida do seu extremo NW (do topo da Chapada, acima das cabeceiras do rio Pandeiros) ao SE (foz do rSF) como mostrado no mapa Hispométrico (MAPA 4). Isso corresponde a um desnível médio de 3,58 m/Km, lembrando que este valor não é regular em toda a bacia, uma vez que ele não reflete a dinâmica de todo o sistema do relevo. Há trechos com rupturas acentuadas de declive, que apresentam valores acima do médio, levando ao aumento de energia hidráulica (FIGURA 1). Em outros, há desníveis menores, tornando o rio mais meandrante, propiciando a formação de lagoas marginais.

Figura 1 – Perfil longitudinal (M-N) com o desnível topográfico da bacia do rio Pandeiros




Fonte: Elaborado pelos autores, a partir do Mapa 4 (Hipsometria), registrando-se que o ponto mais elevado do perfil extrapola os limites da bacia.

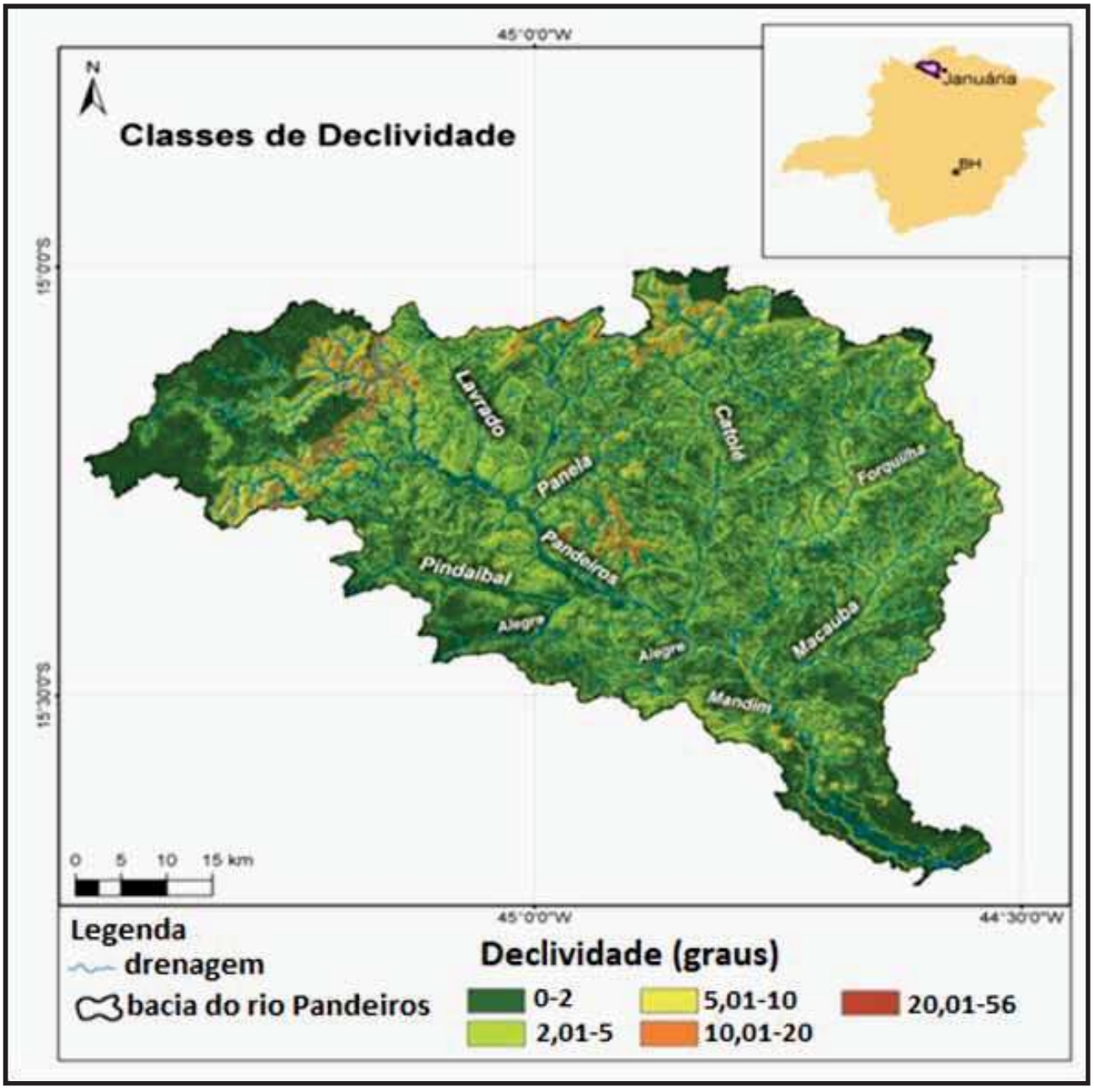
O encaixamento do sistema de drenagem do rio Pandeiros provocou o recuo de suas cabeceiras (perfil longitudinal) e o alargamento da bacia em decorrência do avanço dos seus tributários a montante (perfis transversais). O relevo foi sendo modelado durante o processo de encaixamento da drenagem, provocando o recuo a remontante das escarpas da superfície da Chapada das Gerais, deixando para trás, formas reliquiares da antiga superfície. Estas podem ser, ainda hoje, identificadas na paisagem pela presença de mesetas e morros isoladas com declives mais acentuados em suas bordas (MAPA 4). O recuo das escarpas teve início, possivelmente, no Eoceno, quando o rSF, que constitui desde então o nível de base do Pandeiros, se consolidou na estrutura próxima da que conhecemos hoje (RIBEIRO; RICCOMINI; LEITE, 2018). A presença dessas formas de relevo residuais reforça a ideia de que a zona das Escarpas, pelo menos em parte da bacia, tenha se mantido como escarpa durante o recuo da Chapada, o que resultou em um aumento progressivo da área da bacia. O processo de abertura promoveu a retirada de grande quantidade de sedimentos proveniente principalmente do intemperismo das camadas das sequências sedimentares dos arenitos avermelhados da Fm. Serra das Araras do Grupo Urucuia, diminuindo sua extensão na área.

Medidas realizadas por Oliveira (2021), mostram que a taxa média de denudação da bacia do Pandeiros, ou seja, o valor médio do que foi retirado pela atuação dos processos erosivos em metros por milhão de ano (m/Ma), obtido através da análise do nuclídeo cosmogênico Be10, no Laboratório do SUERC, UK,foi de 48,15 m/Myr-1. Isto indica que a área apresenta taxas de denudação relativamente altas quando comparadas com a de outras do estado de Minas Gerais, como as da Serra do Espinhaço Meridional (sEM), onde não ultrapassam 5,56 +- 0,16 m/Ma no Planalto de Diamantina (BARRETO, 2012). Mesmo considerando áreas de intensa atividade antrópica de mineração na sEM, o valor de 22,83+- 1,52 m/Ma, encontrado por Barreto (2012), ainda corresponde à menos da metade do valor médio da bacia do Pandeiros 48,15 m/Ma).

**Perfis Transversais**

No presente estudo, está sendo dada ênfase à perfis transversais que, segundo Sinha-Roy (2001, p. 127), “refletem a extensão da erosão no vale, que depende de vários fatores, entre eles a sua duração, a resistência das rochas e as atividades tectônicas que causam soerguimento e subsidência dos terrenos”. Os perfis da bacia do Pandeiros encontram-se plotados no Mapa Hipsométrico, Mapa 4, que representa, como ressaltado por Khatun e Pal (2016, p. 2), a “relação de uma área no tocante às suas diferentes elevações” em qualquer lugar da superfície da Terra. Para auxiliar na análise dos perfis transversais da bacia do Pandeiros, foi também utilizado o Mapa de Classe de Declividade da bacia (MAPA 5).

Mapa 5 – Mapa de Classes de Declividade da bacia do rio Pandeiros mostrando as áreas de maior inclinação do terreno



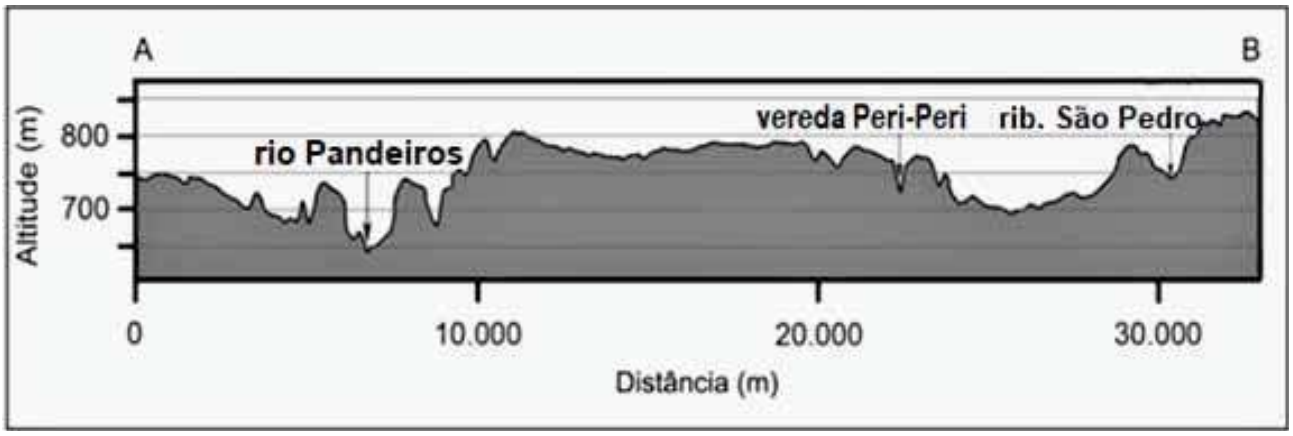

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Os Mapas 4 e 5 mostram que, de uma maneira geral, as maiores altitudes estão localizadas na margem esquerda do rio Pandeiros e que, embora as menores altitudes predominem na margem direita, nem sempre estas indicam baixas declividades.

**Perfil A-B**

O perfil transversal A-B, Figura 2, intercepta duas áreas com características geomorfológicas bem definidas (MAPA 3). A primeira delas, no centro do Perfil 2, correspondente à superfície da Chapada das Gerais, com altitudes entre 840 e 700 m, Fotografia1, que se estendem até os limites com as bacias dos rios Carinhanha (NW), Cochá (N) e Peruaçu (NE) (MAPA 4). No Perfil A-B, ela forma o platô elevado, limitado por duas outras áreas topograficamente mais baixas, que constituem os vales do rio Pandeiros e ribeirão São Pedro. Toda a extensão da Chapada tem bordas irregulares em decorrência da erosão provocada pelo recuo dos córregos a montante. Elas formam o limite superior das Escarpas (Domínio Geomorfológico II, Mapa 3), em cuja porção NW, encontram-se localizadas as cabeceiras do rio Pandeiros.

Figura 2 – Perfil transversal A-B, identificado no Mapa Hipsométrico 4




Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Nota: Mostra duas áreas com relevos individualizados: 1) as mais altas altitudes (que correspondem ao Domínio da Chapada das Gerais) entre os rios Pandeiros e vereda Peri-Peri, e entre esta e o ribeirão (rib.) São Pedro; e 2) as mais baixas, dos vales das nascentes do Pandeiros e de alguns dos seus afluentes.

O rio Pandeiros é denominado como ribeirão em vários mapas (ex. Mapa Topográfico, Folha São Joaquim, IBGE, 1972; Mapa geológico, Folha São Joaquim, CODEMIG; UFMG, 2015). No entanto, tanto local, como regionalmente, ele é conhecido como rio Pandeiros. Formado pelo encontro das águas de três córregos: Genipapo e Vitória à esquerda e do Suçuarana, à direita, passa a ser chamado de ribeirão no mapa da Folha São Joaquim (IBGE, 1972), após receber o riacho da Ema (MAPA 4). Aqui, no entanto, ele já é denominado de rio Pandeiros desde essa confluência.

A Chapada das Gerais, que forma o Domínio Geomorfológico I, Mapa 3, tem uma superfície plana à ondulada, Fotografia 1, com baixa declividade (1 a 2º), como mostra o Mapa de Declividade (MAPA 5). Em função disso, e do fato de que a erosão fluvial é dificultada pela estrutura horizontalizada das camadas tectonicamente indeformadas das rochas da Fm. Serra das Araras (Grupo Urucuia), ela apresenta baixa densidade de drenagem. Além de incipiente, é pouco encaixada e os baixos índices de declividades, além de elevadas taxas presumidas de infiltração em função do relevo plano e da textura arenosa dos regolitos, fazem com que a área apresente um baixo potencial erosivo.

Fotografia1 – Relevo relativamente plano (1-2º) do topo da Chapada das Gerais, porção mais elevada da bacia do rio Pandeiros



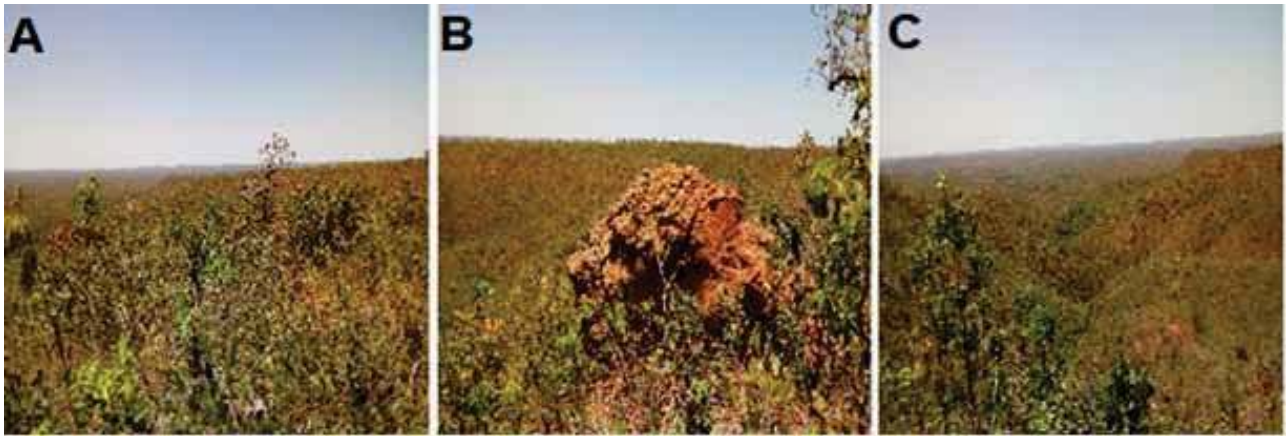
Fonte: AUGUSTIN, C.H.R.R., 2021.

Nota: Destaca-se o Latossolo Vermelho-amarelo predominante e a cobertura vegetal de cerrado degradado, resultante do desmatamento e da queima periódica para fins de uso para pastagem.

Grande parte da Chapada tem regolito relativamente espesso, composto por material proveniente predominantemente de elúvios da intemperização *in situ* das rochas da Fm. Serra das Araras, Mapa 2, e por colúvios localizados, formando Latossolos Vermelho-Amarelos, conforme Dias (2017), com alto teor de areia (AUGUSTIN *et al.,* 2020; LIMA, 2019). Na borda NW da Chapada ainda podem ser encontrados afloramentos residuais das rochas laterizadas (avermelhadas) da Fm. Serra das Araras (FOTOGRAFIA 2).

A partir dos limites das bordas da Chapada, Mapa 4, aparecem vales encaixados, localizados no Domínio Geomorfológico II (Escapas), que se estendem por todos os limites da bacia do rio Pandeiros, Fotografia 2: a noroeste, com o rio Carinhanha ao norte, com o rio Cochá e a nordeste, com o rio Peruaçu.

Fotografia 2 – Feições morfológicas e afloramento de conglomerados da Formação Serra das Araras na borda da Chapada das Gerais, no noroeste da bacia do rio Pandeiros

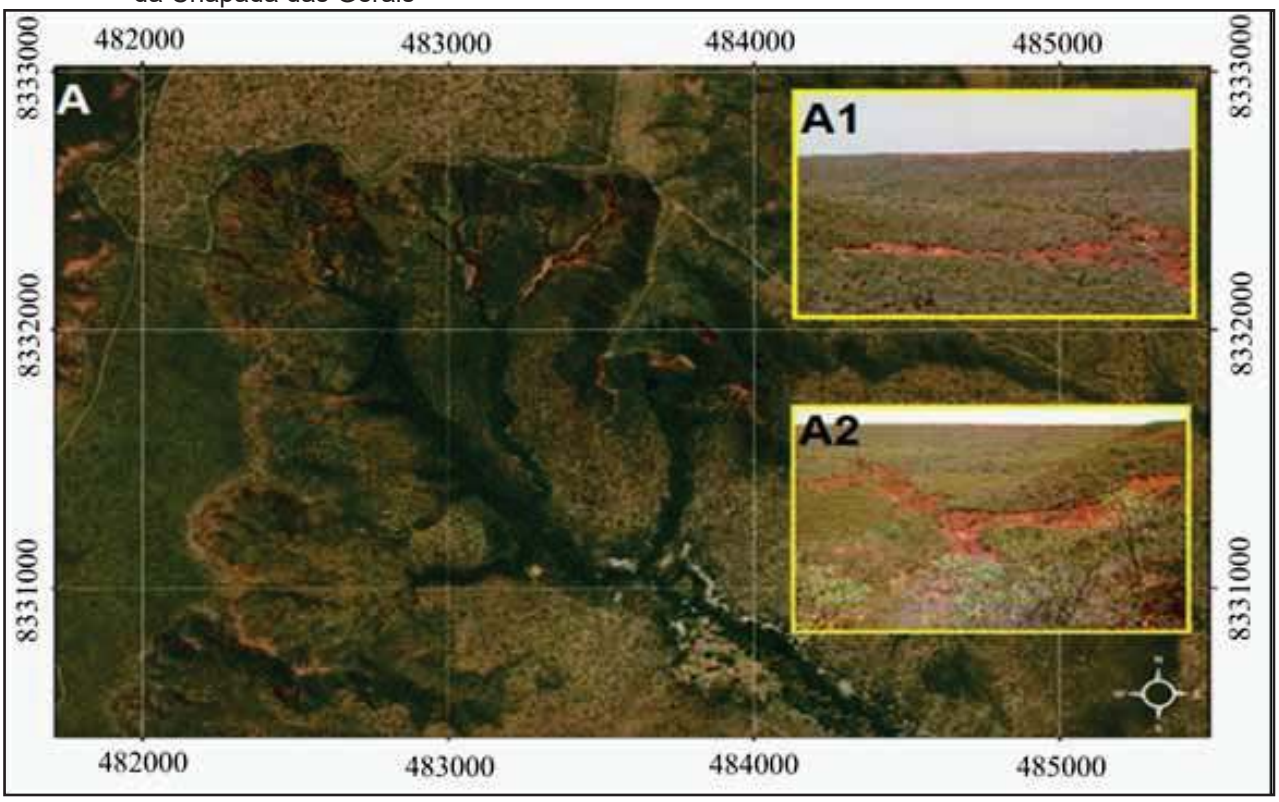



Legenda: A) Topo plano da Chapada, com cobertura de cerrado degradado.
B) Afloramentos dos conglomerados laterizados da Formação Serra das Araras, que sustenta a superfície aplainada da Chapada das Gerais.
C) Borda abrupta da Chapada, com vale encaixado que corta sua boda em direção a drenagem do rio Pandeiros, sendo possível observar suas paredes abruptas e irregulares, formando a Escarpa NW.

Fonte: AUGUSTIN, C.H.R.R., 2021.

O Perfil A-B, Figura 2, mostra ainda como a Escarpa NW, Mapa 4, é marcada por grande desnível altimétrico causado, na margem esquerda, pela incisão em especial das cabeceiras dos córregos Genipapo e Vitória. No perfil, pode-se ainda identificar a zona de influências das cabeceiras do córrego Lavrado. As rupturas de declive podem atingir a ordem de 80 m ou mais de altura, no contato do topo da Chapada com a base marcada pelo nível do rio Pandeiros (MAPA 4). O mesmo ocorre nas Escarpas norte e nordeste, bem como nos interflúvios que marcam os limites com as bacias dos rios Cochá e Peruaçu, onde as diferenças altimétricas são menores (50 a 60 m). Nessas áreas, as cabeceiras formam semicírculos, denominados na geomorfologia de anfiteatros (FIGURA 3). Por se tratar de fluxos de nascentes, eles tendem a apresentar baixa vazão; no entanto, contam com muita energia em decorrência das declividades acentuadas (10 a 50º), as mais elevadas da bacia (MAPA5). Além disso, a presença de rochas bastante intemperizadas e muita umidade na base do anfiteatro devido à interceptação do nível freático pela erosão, favorecem a atuação de processos erosivos de solapamento basal (*sapping*), gerando sedimentos não coesos que se acumulam na sua parte baixa (FIGURAS 3A, A1 e A2).

Figura 3 – A) Anfiteatros formados pelo avanço das cabeceiras dos afluentes do rio Pandeiro nos terrenos da Chapada das Gerais



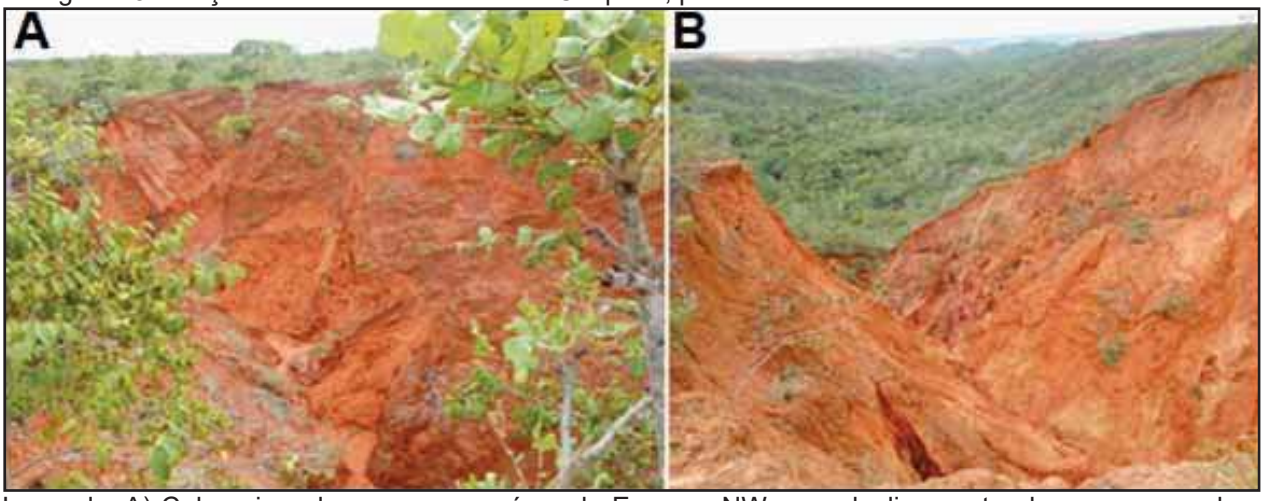

Fonte: Adaptado pelos autores com base nas imagens GOOGLE EARTH PRO, 2020.

Nota: Processo de solapamento basal (sapping). nas áreas de contato entre a Chapada das Gerais e a Escarpa NW. Detalhes da acumulação desses sedimentos não coesos sendo retrabalhados por processos,como o voçorocamento (A1 e A2).

Por causa do afunilamento dos canais na porção mais baixa do anfiteatro, os sedimentos tendem, em condições de equilíbrio dinâmico das sub-bacias, a ser lentamente retirados pela drenagem (FIGURA 3A). No entanto, por se tratar de material já mobilizado, ele é muito susceptível ao deslizamento e ao voçorocamento, o que acaba por acelerar sua retirada, como pode ser observado na figura 3 (A1 e A2).

A ocupação dessas áreas por atividades antrópicas pode, portanto, desencadear vários tipos de processos (voçorocamentos, ravinamentos, enxurradas, erosão em lençol e *pipping*, entre outros, conforme Fotografia 3), acelerando a remobilização do material até à rede de drenagem, acentuando os problemas decorrentes do assoreamento dos canais fluviais e do Pantanal do rio Pandeiros (AUGUSTIN *et al.,* 2020). A retirada da cobertura vegetal e as queimadas têm sido um dos maiores fatores associados à ocorrência dos processos erosivos dispersos, assim como as estradas vicinais em áreas de ruptura de declive, favorecem a erosão concentrada, como os voçorocamentos, em função da ocorrência da associação entre características do relevo, como a declividade acentuada, como demonstrado por Lima, (2019) e Augustin *et al*. (2020).

Fotografia 3 – Voçorocas na área da borda da Chapada, próximas às nascentes do rio Pandeiros



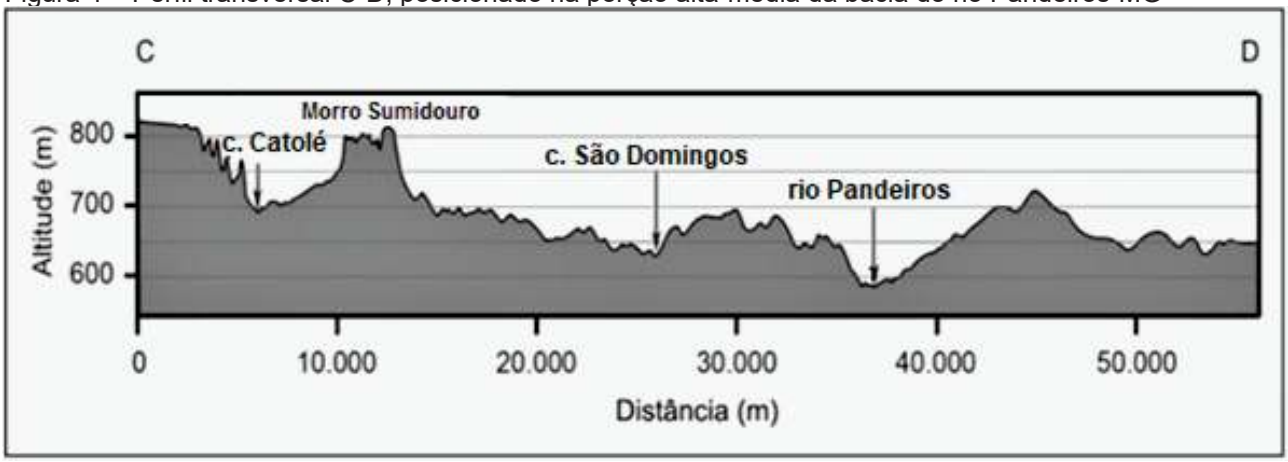

Legenda: A) Cabeceiras de voçoroca na área da Escarpa NW, com deslizamento planar nas paredes.
B) Deslizamento levemente rotacional em voçoroca com ruptura abrupta de declive, típica das áreas de bordas da Chapada.
Fonte: AUGUSTIN, C.H.R.R., 2020.
Nota: Em ambas, nota-se a cor avermelhada do regolito, indicando saída recente de sedimentos e laterização do regolito da Fm. Serra das Araras.

**Perfil C – D**

O perfil transversal C-D, Figura 4, do Mapa Hipsométrico 4, encontra-se localizado na porção alta para a média do vale do rio Pandeiros. Ao longo do perfil é possível identificar a presença de três conjuntos de terrenos mais elevados (entre 858 e 680 m): 1) na margem esquerda da bacia, o relevo da Chapada das Gerais a NW e seus remanescentes; 2) o da Escarpa N, ocupada pelos interflúvios dos córregos Catolé e da Panela e seus relevos residuais; 3) no lado direito, os interflúvios entre o córrego Pindaibal e rio Pandeiros, apresentando também formas residuais. O primeiro conjunto, da margem esquerda do Pandeiros, é topograficamente o mais elevado, Figura 4, sendo formado por relevo plano a levemente ondulado (0 a 2º), no domínio da porção norte da Chapada das Gerais (MAPA 5). Abaixo da borda da Chapada, encontra-se a Escarpa Norte (N), que abriga várias nascentes, entre elas, as dos córregos São Domingos e da Panela, afluentes da margem esquerda do rio Pandeiros.

A erosão que provocou o recuo da Chapada acentuou as declividades, que podem variar de 10 a 56°, Mapa 5, formando o Domínio das Escarpas, Mapa 3, deixando como testemunho da sua antiga área de ocupação, relevos residuais, como o Morro do Sumidouro, Figuras 4 e 5, de forma tabular, que alcança até 800 m de altitude, margeado por declives acentuados (10 a 20º).

Figura 4 – Perfil transversal C-D, posicionado na porção alta-média da bacia do rio Pandeiros-MG




Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Nota: Na margem esquerda (Lado C), destaca-se a parte mais elevada da Chapada das Gerais e o Morro do Sumidouro, separado da Chapada pela incisão dos afluentes do córrego (c.) Catolé, formando um relevo tabular residual. Mostra ainda o encaixamento do córrego (c.) São Domingos e do rio Pandeiros.

Figura 5 – O Morro do Sumidouro




Fonte: Elaborada pelos autores a partir de Imagens GOOGLE EARTH PRO, 2022.
Nota: A pontado pela seta amarela, é um relevo residual, localizado entre afluentes do córrego Catolé. Antes da dissecação fluvial provocada pelo sistema de drenagem criando a zona da Escarpa Norte, o morro fazia parte da Chapada das Gerais.

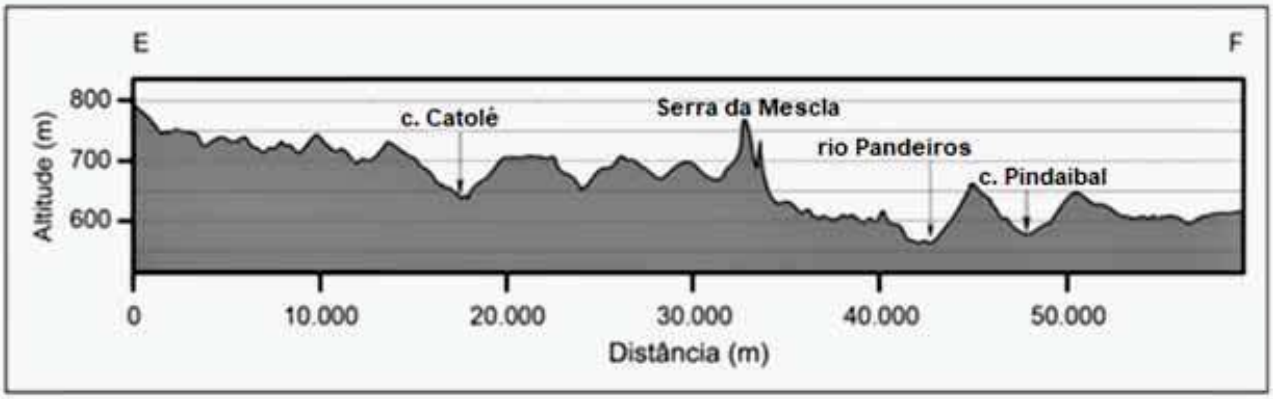
As formas do relevo residual foram esculpidas em material laterizado e, portanto, avermelhado, das rochas da Fm. Serra das Araras, tendo suas bases assentadas nos arenitos mais esbranquiçados, com baixo teor de ferro, da Fm. Posse. Na margem esquerda da Figura 4, destaca-se ainda a classe de altitudes entre 683 e 775 m, Mapa 4, dos interflúvios dos córregos São Domingos e Panela, este último, com declividades acentuadas (5 a $20^0$).

Nas baixas encostas, predominam elevações de 683 a 540 m e declividades de 2 a 5o. As porções mais elevadas são encontradas no interflúvio do córrego Pindaibal e do rio Pandeiros, no domínio das rochas da Fm. Serra das Araras, que ainda conta com a presença de relevo testemunho do antigo nível da Chapada das Gerais (ex. porção mais alta da margem esquerda), que chegava até esta porção da bacia (FIGURA 5). Diferentemente da margem esquerda, a margem direita tem drenagem menos densa e os rios são mais curtos (MAPA 4). Rios curtos, em geral, tendem a ter um alto potencial erosivo. Contudo, suas vertentes são menos inclinadas do que as da margem esquerda o que, associado ao fato desta margem apresentar altitudes menos elevadas, faz com que a drenagem tenha menos energia erosiva.

**Perfil E – F**

O perfil transversal E-F, Figura 6, corta a área onde é encontrada a maior amplitude lateral da bacia do rio Pandeiros (em torno de 65 Km).

Figura 6 – Perfil transversal (E-F), na porção média da bacia do rio Pandeiros

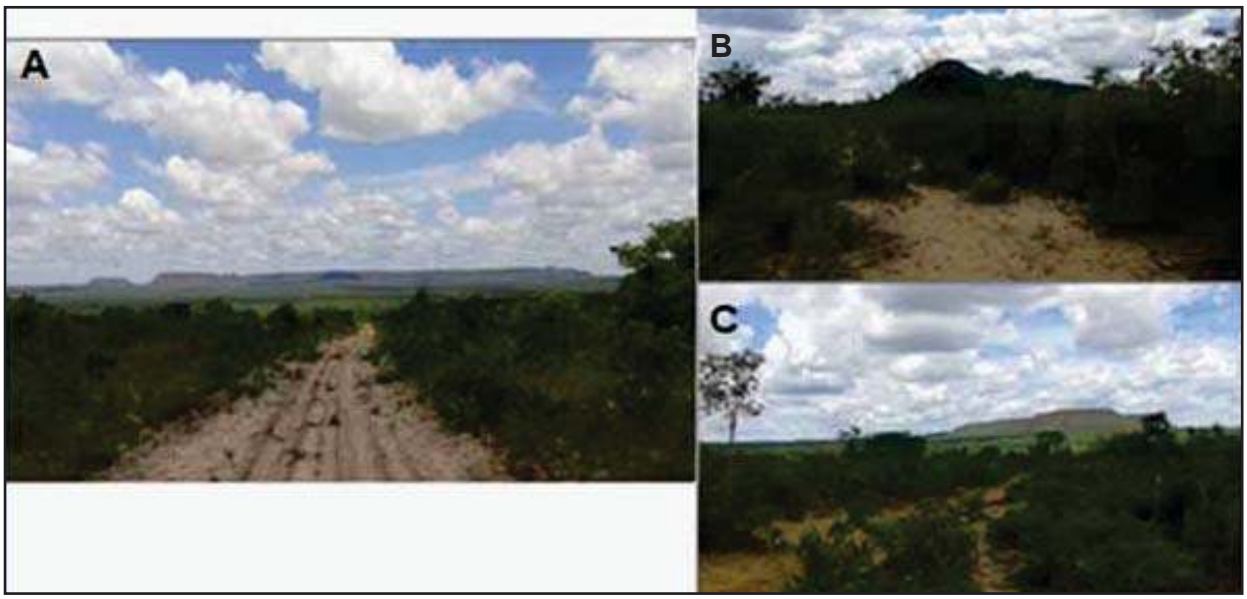



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Nota: Destaca-se a topografia mais elevada da margem esquerda do Pandeiros (letra E) e a presença de relevos residuais, como a Serra da Mescla, cuja forma íngreme na figura é resultado do exagero vertical da escala do perfil transversal. Na realidade, ela tem forma tabular. Também se destaca a drenagem, formada pelo rio Pandeiros, mais encaixado, o córrego (c.) Catolé, seu afluente da margem esquerda e o córrego (c.) Pindaibal, da margem direita.

Também é nessa porção, tanto na margem esquerda da bacia, como na margem direita, que são encontrados relevos residuais, testemunhos da presença da antiga superfície da Chapada das Gerais, que chegava até esta área no passado geológico (FOTOGRAFIA 5; FIGURA 7).

Fotografia 5 – Feições do relevo testemunho da superfície da Chapadas das Gerais na porção média da bacia do Pandeiros




Legenda: (A) Complexo da Serra da Mescla, com destaque para a Serra da Mescla, uma meseta de topo plano e vertentes íngremes. À sua esquerda, forma tabular menor, já separada da serra principal.
(B) Os morros isolados de topo arredondados também compõem o Complexo da Serra.
(C) Outras formas tabulares remanescentes da superfície outrora sustentada por rochas da Formação Serra das Araras, separadas pela drenagem, mas que ainda fazem parte do Complexo da Serra da Mescla, formada predominantemente pela Serra da Mescla.

Fonte: AUGUSTIN, C. H. R. R., 2020.

O mesmo conjunto da Serra Mescla pode ser identificado na imagem da Figura 7, na qual distinguem-se tanto as formas tabulares da meseta da serra, como a presença de morros isolados, de topo arredondados, resultado do reafeiçoamento das formas em condições de clima mais úmidos.

Figura 7– Conjunto da Serra da Mescla



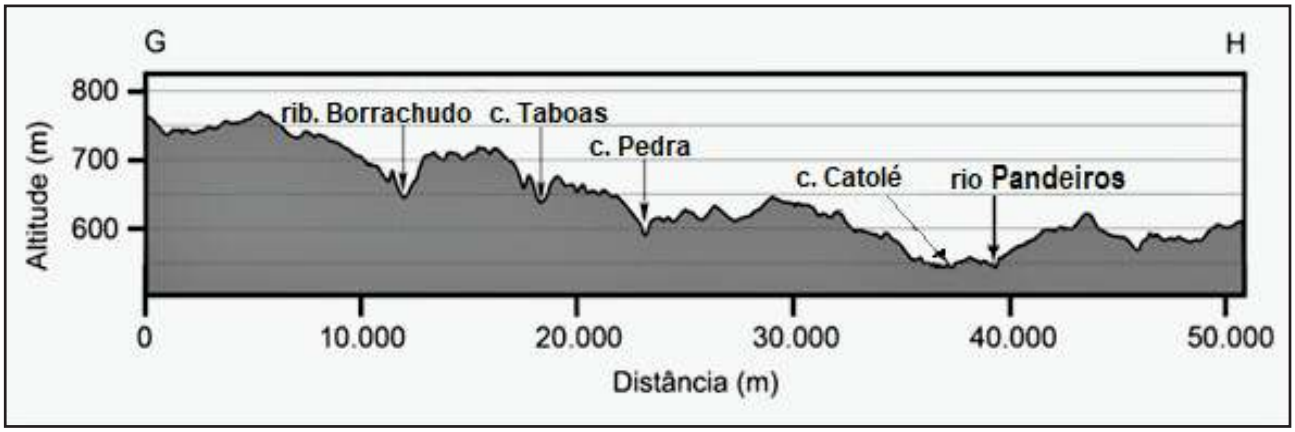

Fonte: Elaborada pelos autores, com base nas imagens GOOGLE EARTH PRO, 2022.
Nota: Apontadas pelas setas amarelas, são formas tabulares e/ou de morros isolados, de relevo reliquiares, ou seja, remanescentes da superfície das Chapada das Gerais, que, no passado, ocupou esta área.

**Perfil G – H**

No perfil G-H, Figura 8, é possível identificar dois conjuntos de formas de relevo. O da margem esquerda do rio Pandeiros, que é mais elevado, com altitudes que atingem mais de 700 m, corresponde ao relevo residual da borda nordeste da Chapada, modelado nas rochas da Fm. Serra das Araras. O da margem direita, mais baixo, é encontrado predominantemente sobre as rochas da Fm. Posse, com relevos ondulado, mas sobre os quais ainda repousam elúvios espessos de rochas remanescentes da Fm. Serra das Araras (MAPA 2).

A Figura 8 mostra na margem esquerda, na porção NE da Chapada das Gerais no limite com a bacia do rio Peruaçu, Mapa 4, as altitudes mais elevadas (756-858 m) dessa porção do relevo da bacia, restritas a uma pequena área com substrato de rochas da Fm. Serra das Araras (acima de 780 m). Como no restante da Chapada, o relevo aqui também é plano (0 a $2^0$), como pode ser verificado no Mapa 4 e Fotografia 1, embora ocorra uma mudança abrupta na área de nascentes do córrego Forquilha, afluente do riacho Borrachudo, na borda da Escarpa NE, onde as declividades estão entre 5 e 10º (MAPA 5).

Figura 8 – Perfil G-H, intercepta áreas do médio-baixo rio Pandeiros




Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Nota: O relevo da margem esquerda (lado G) é mais elevado, diminuindo em direção à calha do Pandeiros (lado H). O córrego (c.) Pedra drena a área do complexo da Serra da Mescla, enquanto o córrego (c.) Tabocas, é afluente do ribeirão (rib.) Borrachudo, na margem esquerda do Pandeiros.

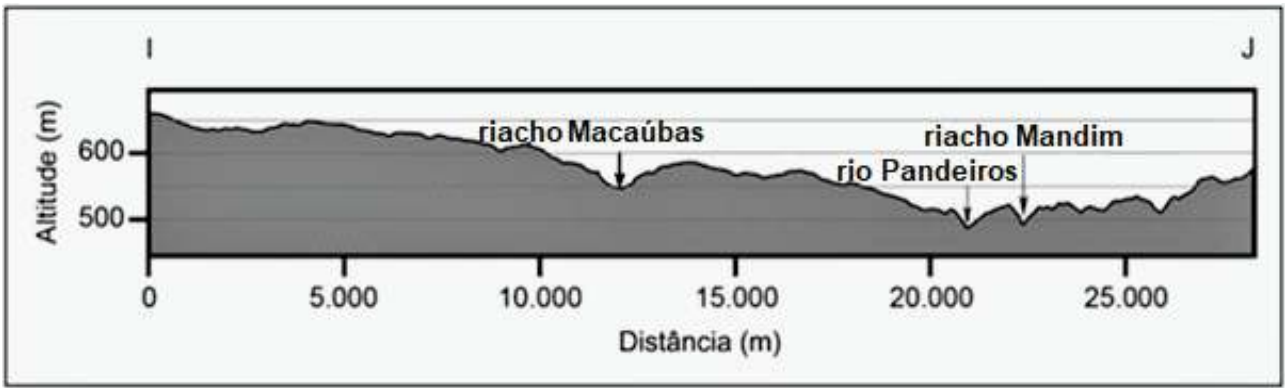
Na margem direita do Pandeiros, Mapa 4, interceptada por este perfil G-H, Figura 8, as altitudes são bem mais baixas do que as da margem esquerda, porém semelhantes às encontradas nas baixas encostas do riacho Borrachudo. As maiores altitudes (682 e 622 m) ocorrem no lado direito do Pandeiros, ao longo do vale da Vereda Alegre. As porções mais baixas, predominantemente entre 539 e 447 m, são encontradas nos fundos do vale do rio Pandeiros, nas confluências dos seus tributários, tanto da margem esquerda (exs: córrego Catolé e riacho Borrachudo), quanto da direita (ex. Vereda Alegre). Essas junções são resultantes do maior aprofundamento e alargamento dos vales, indicando também grande retirada de sedimentos das encostas, acima da capacidade de transporte do sistema de drenagem, o que levou ao assoreamento dos fundos dos canais.

**Perfil I – J**

O perfil I-J, Figura 9, mostra que as grandes diferenças de extensão, altimetria e declividade entre os terrenos da margem esquerda, mais extensos, altos e inclinados, e os da direita do rio Pandeiros, mais baixos, menos extensos e inclinados, perpassam toda a bacia, acompanhando o eixo longitudinal do rio.

Nesta área é encontrado material do tipo sílex (*chert*), possivelmente da base dos calcários do Grupo Bambuí, mais resistentes ao intemperismo químico e físico, dificultando a incisão vertical do rio Pandeiros e o alargamento do seu canal. Isso cria rupturas de declive (*knickpoints*), levando à formação de cachoeiras e corredeiras, o que favoreceu a construção da Pequena Central Hidrelétrica - PCH neste rio (AUGUSTIN *et al.*, 2020).

Figura 9 – Perfil I-J




Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Nota: Esta figura indica mudanças significativas do padrão de drenagem nessa porção da bacia, com a presença de relevo mais baixo na margem direita do rio Pandeiros, onde está localizado o riacho Mandim e seus afluentes, enquanto na margem esquerda (riacho Macaúbas), o relevo é mais dissecado e, por isto, com declividade mais acentuada.

O principal afluente da margem esquerda do Pandeiros neste trecho é o riacho Macaúbas, Mapa 4, cujo canal e as baixas encostas encontram-se esculpidos em rochas carbonáticas da Fm. Sete Lagoas, do Grupo Bambuí (MAPA 2). Estas foram expostas justamente pela dissecação da drenagem do Macaúba ao retirar, através da erosão, as rochas do Grupo Urucuia. Os arenitos da Fm. Posse, no entanto, são ainda predominantes nessa subbacia, formando o substrato rochoso de quase todas as porções mais altas (entre 682 e 622 m) do seu interflúvio (FIGURA 9). Saindo das zonas de interflúvio, as altitudes se reduzem a valores abaixo dos 540 m, atingindo menos de 480 m nas zonas dos fundos dos vales do Pandeiros e dos riachos Macaúbas e Mandim.

O perfil I-J, Figura 9, mostra ainda que o riacho Mandim e seus afluentes, constituídos de cursos de água curtos, Mapa 3, causam dissecação mais intensa na margem direita do rio Pandeiros do que o riacho Macaúba, na margem esquerda (MAPA 4). As nascentes do Mandim estão localizadas no contato dos arenitos da Fm. Posse, com as rochas carbonáticas da Fm Sete Lagoas, Mapa 2, estratigráfica e topograficamente mais baixas. Ambas favorecem a infiltração da água de chuva (*runoff*) e seu armazenamento, constituindo, assim, um aquífero local importante (KIANG; SILVA, 2015). Já no médio curso do Mandim, o canal se encontra estabelecido sobre as rochas da Fm. Sete Lagoas, ou seja, sobre rochas carbonáticas (MAPA 2). Isto pode explicar, pelo menos em parte, a forte sazonalidade do seu escoamento, possivelmente já associado ao regime cárstico.

O contato geológico nessa área é também responsável pela ocorrência de uma grande ruptura de relevo, Mapas 4 e 2, fazendo com que as declividades na bacia do Mandim sejam relativamente elevadas em comparação com as do restante da área, atingindo localmente de 10 a 20º, embora predominem aquelas entre 5 e 10º (MAPA 5). A declividade mais alta, associada à ocorrência de rochas residuais lateralizadas, influencia na intensificação dos processos erosivos, levando à ocorrência de voçorocamento, processo que contribui para o assoreamento de fun-

dos de vale e do Pantanal do rio Pandeiros (AUGUSTIN *et al.*, 2020). Na margem direita, bem como na porção do baixo interflúvio do Pandeiros, são encontradas rochas carbonáticas da Fm. Sete Lagoas. Elas formam um semiarco no sentido N-S, que vai da bacia do rio Peruaçu à do rio Pardo (MAPA 2). As rochas calcárias e dolimíticas de cores claras da Fm Sete Lagoas formam o substrato das porções mais baixas do relevo, com altitudes entre 539-477 m (MAPA 4). Já os afloramentos de "calcários calcíticos até cinzentos do tipo calcarenitos, com raros níveis finos de marga calcítica" (CODEMIG; UFMG, Folha São Francisco, 2015) do Membro Lagoa Santa, Mapa 2, formam as porções mais elevadas (660–560 m).

Ao cotejar o Mapa Hipsométrico 4 com o Geológico 2, é possível observar que as altitudes mais elevadas (682 e 622 m) nesse trecho do transecto I-J, Figura 9, ocorrem na margem esquerda do rio Pandeiros, sobre arenitos da Fm. Posse. É também aí, onde o riacho Borrachudo e o Macaúbas, já erodiram o suficiente para fazerem aflorar os carbonatos da Fm. Sete Lagoas, do Grupo Bambuí. Na margem esquerda, o relevo é predominantemente plano, com baixas declividades (0 a 5º), dominado pelos interflúvios do riacho Macaúbas e seus afluentes (MAPA 5). Os afloramentos de calcário formam paredões abruptos que podem atingir mais de 80 m de altura, em cujas bases ocorrem planícies denominadas de poljes, possivelmente formadas por processos de dissolução do calcário (FOTOGRAFIA 6 A e B).

Fotografia 6 – Feições cársticas no baixo rio Pandeiros




Legenda: (A e B) Paredões de afloramento de rochas carbonáticas formando "ilhas" mais elevadas em meio a depressões (poljes).
Fonte: AUGUSTIN, C.H.R.R., 2021.

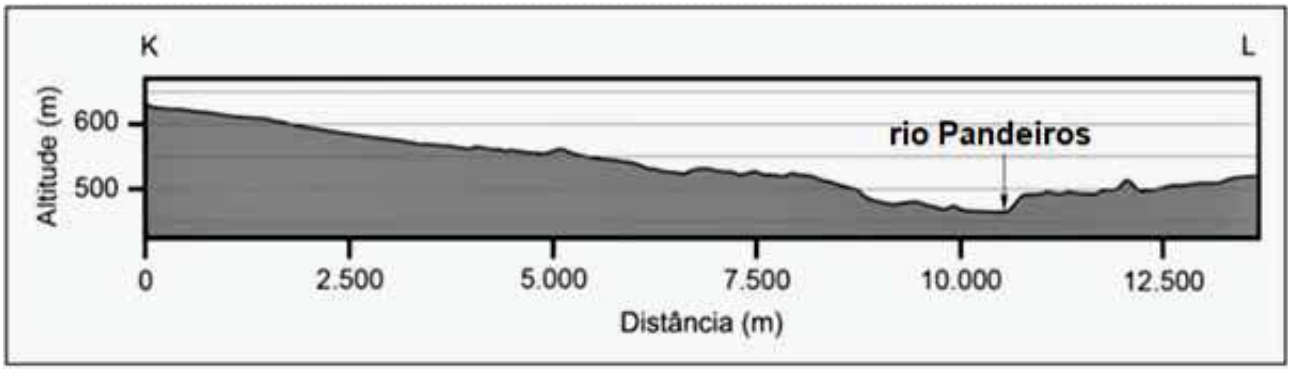
Durante os trabalhos de campo realizados, foram encontradas cavernas desenvolvidas no interior desses maciços rochosos, tanto nas margens do rio Pandeiros, como no Pardo. Embora formem uma extensão considerável do relevo do baixo Pandeiros, estas feições cársticas não foram, até agora, muito estudadas.

**Perfil K – L**

O sexto e último perfil transversal da bacia, Figura 10, intercepta o relevo do baixo Pandeiros. A porção mais elevada da área corresponde ao domínio das rochas carbonáticas da Fm. Sete Lagoas (622 e 540 m), nas quais foi elaborado relevo cárstico, Mapa 2, semelhante àquele identificado no perfil anterior e no qual se destacam tanto os poljes (planícies), como os afloramentos marcados por lapiás horizontais e verticais, resultantes da dissolução do calcário pelo escoamento da água de chuva.

Ao observar a Figura 10, nota-se que o vale do rio Pandeiros tem uma porção mais longa e topograficamente elevada (lado K), que corresponde ao interflúvio do riacho Macaúbas, na margem esquerda do Pandeiro, já no domínio das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí (MAPAS 2 e 4). Essa porção foi sendo erodida pelo Pandeiros ao longo do tempo geológico, fazendo com que ela recuasse lateralmente a partir da sua calha. Já o rio Pandeiros encontra-se encaixado na falha norma extensional, enquanto do outro lado das suas margens (lado L), a área é mais baixa e o contato da encosta com a calha do rio é mais íngreme, embora também modelada em rochas do Grupo Bambuí.

Figura 10 – Perfil transversal (K-L) do baixo curso do rio Pandeiros




Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Nota: Mostrando diferenças altimétricas com as porções mais elevadas do relevo neste trecho, modeladas em rochas carbonáticas, e as menos elevadas, correspondendo ao domínio da planície aluvial, na qual se encontra localizado o Pantanal.

Estas rochas que, hoje, repousam diretamente sobre os granitos gnaisses do Complexo Januária, são recobertas por sedimentos aluviais da larga planície do rSF, que foram, e continuam sendo depositados até hoje (MAPA 2). Na planície aluvial do Pandeiros, Figura 10, com altitudes mais baixas (539 a 447 m) e declividade entre 0 e 2º, Mapa 5, ocorrem diques marginais naturais (*levées*), que são terraços mais altos, depositados nas margens externas do canal durante enchentes, no caso, aquelas provocadas pela subida do nível do São Francisco, como apontado por Oliveira (2021). É também nesta larga planície, que está localizado o Pantanal do rio Pandeiros, uma área úmida (*wetland*), parcialmente sujeita, assim como toda a zona da planície aluvial, às inundações sazonais do rio Pandeiros e às do rSF (OLIVEIRA, 2021). O denominado Pantanal Mineiro, ocupa uma área que varia

de 20 a 50 Km$^2$ dependendo da extensão das cheias, abrigando importantes ecossistemas aquáticos (BETHONICO, 2009a). Além do seu papel na sustentação desses ecossistemas tem, como outras áreas úmidas (*wetlands*) em vários lugares do mundo, a função de conter sedimentos que, de outra maneira, seriam despejados no rSF e acabariam transportados para o mar (OLIVEIRA, 2021). Contribui, ainda, para a captura de $CO^2$, diminuindo os efeitos do aquecimento do clima. O Pantanal conta com muitos meandros que, quando desconectados do leito principal do rio Pandeiros, formam um conjunto importante de lagoas marginais. Durante o período de chuvas, elas voltam a ser preenchidas tornando-se parte ativa do leito maior do Pandeiros e do rSF, voltando a ser abandonadas quando os rios voltam ao seu leito normal. O nível do rio Pandeiros é de 459 m (espelho d'água) de altitude ao atingir o rSF, enquanto o nível de base regional deste último, atinge, neste ponto, 457 m. Esses valores, no entanto, podem variar em períodos de chuva, quando os leitos sobem devido às enchentes.

## Considerações Finais

A análise geomorfológica da bacia do rio Pandeiros, focada nos desníveis topográficos e inclinação do relevo ao longo dos perfis transversais (e um longitudinal) da bacia, teve como base os mapas Hipsométrico, Mapa 4, e o de Declividade (MAPA 5). Também foram utilizadas informações complementares fornecidas pelos Mapas 2 (Geológico) e 3 (Domínios Geomorfológicos). A análise realizada mostra que a variação das formas de relevo impacta os processos da dinâmica hídrica da bacia, extrapolando os limites litoestatigráficos do substrato geológico formado pelas rochas do Grupo Urucuia e do Bambuí e, de maneira localizada, por rochas granito-gnáissicas do Complexo Januária.

Através do Mapa Hipsométrico 4, foi possível identificar a disposição do relevo ao longo de dois eixos principais do relevo. O primeiro, longitudinal ao canal do rio Pandeiros (M-N), vai do topo da Chapada das Gerais à sua confluência com o rSF, seu nível de base. É o São Francisco que fornece o desnível para o recuo do rio Pandeiros a montante, hoje, em torno de 97 Km, até o início das nascentes do córrego Vitória. Já a bacia tem um comprimento aproximado de 107 Km, apresentando um desnível médio de 3,58 m/Km, medidos com base no mapa Hipsométrico. O segundo eixo, representado por perfis transversais (A-B; C-D; E-F; G-H, I-J; K-L), permitiu observar as variações do relevo resultantes do alargamento lateral da bacia, realizada principalmente pelo recuo, a montante, das cabeceiras dos tributários dos dois lados do rio Pandeiros. Esse eixo evidenciou as grandes diferenças altimétricas, de declividade (com o auxílio do Mapa 5, de Declividade) e de padrão de formas, entre as duas margens do rio, da cabeceira até sua foz. Há um predomínio de feições mais baixas e, em geral, com menor declive, na margem direita, enquanto os grandes interflúvios alongados como os dos córregos São Domingos, Catolé e os riachos Borrachudo e Macaúbas, da margem esquerda, apresentam maiores altitudes e declividades mais acentuadas, em direção não só às suas próprias calhas, como também em direção à do rio Pandeiros.

A análise dos seis perfis topográficos trans-

versais à bacia do rio Pandeiros (A-B; C-D; E-F; G-H; I-J; K-L) possibilitou a identificação e caracterização dos distintos Domínios Geomorfológicos, Mapa 3, apontados na bibliografia sobre a bacia (ver referências na Introdução), mostrando as variações do potencial erosivo e deposicional de cada um deles. Também foi possível observar que nem sempre as maiores altitudes correspondem aos relevos mais declivosos e com maior energia erosiva potencial, seja ela fluvial, ou de encosta (MAPAS 4 e 5). Esse é o caso, por exemplo, do Domínio Geomorfológico da Chapada das Gerais, a parte mais elevada da bacia (acima de 780 m). Ela encontra-se ainda pouco dissecada pela drenagem e com declividade que a classificam como um relevo de plano a levemente ondulado (1-2º). O contrário ocorre na margem direita do riacho Mandim, onde a altitude não é muito elevada, mas as declividades são relativamente altas (acima de 10º). Isto significa que, para uma visão mais precisa do relevo e da energia a ele associada, é importante o uso de mais de uma ferramenta de análise, no presente caso, além do Mapa Hipsométrico 4, também o de Declividade (MAPA 5).

A presença de grandes rupturas de declive, como as encontradas no domínio das Escarpas, que acompanham toda a borda esquerda da bacia do rio Pandeiros, são áreas de grande susceptibilidade à erosão. Ela tende a se tornar especialmente crítica por causa do corte e da queima sazonal da cobertura vegetal nos anfiteatros que abrigam as nascentes, favorecendo a retirada e o transporte de sedimentos, tornando-as áreas preferenciais para ações de preservação natural, como consta do Relatório Final do Projeto Sustentabilidade da bacia do Rio Pandeiros - MG: CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR (CDTN); UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG), (2020).[7]

Este trabalho mostrou que o uso conjunto dos mapas Geológico 2, de Domínios Geomorfológicos 3, Hipsométrico 4 e de Declividade 5, com o auxílio de perfis transversais e um longitudinal, consegue fornecer dados e informações importantes para ampliar a compreensão da dinâmica geomorfológica de bacias e de rede de drenagem.

Esperamos que os resultados obtidos possam auxiliar na proposição de políticas ambientais para a área, de maneira sustentável, complementando importantes contribuições realizadas por outros autores, apresentados na Introdução deste artigo.

[7]https://www.igc.ufmg.br/geografia/pos-graduacao-em-geografia/relatorios-e-produtos-tecnicos/

## Referências


AUGUSTIN, C. H. R. R. **A Preliminary Integrated Survey of the Natural Resources near Alcantarilla, Southeast Spain**.1979. 349 f. Thesis (Master of Science) – University of Sheffield, UK, 1979.

AUGUSTIN, C. H. R. R.; MAIA-RODRIGUES, B. H. Geomorphic and geologic influences in a tropical semi-humid climate ecosystem. In: AGU - Fall Meeting Section: Earth and Planetary Surface Processes, 2012, San Francisco. USA. **Proceedings** [...]. San Francisco: AGU, 2012, Identifier: EP31B-0814.

AUGUSTIN, C.H.R.R.; FONSECA, B.M.; OLIVEIRA, D.A. de; LIMA, A.C.P. de; ARANHA, P.R.A.; SILVA, P.D. de O.; SABINO, S.M.L.; FRANCO, G.G. **Subprojeto 1a**: Análise da dinâmica de encostas e da hidrogeomorfologia da bacia de drenagem do rio Pandeiros. Belo Horizonte: Instituto de Geociência da UFMG, 2020. 206 p. Relatório final. Projeto Sustentabilidade da bacia do rio Pandeiros - MG: dinâmica de vertentes da bacia do rio Pandeiros (APQ-03773/14). Disponível em: https://www.igc.ufmg.br/wp-content/uploads/2022/11/RELATORIO - FINAL-Subproj.1a-GEOMORFOLOGIA.pdf /. Acesso em: 29 nov. 2022.

BANDEIRA, J. V.; SALIM, L. H.; CHAGAS, C. J.; CAMARGOS, C. C.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; JARDIM, C. H.; ARANHA, P. R. A.; COSTA, A. M.; SÁ, L. P.; FRANÇA, G. P. Estudos hidrossedimentológicos na bacia hidrográfica do rio Pandeiros, MG, em um contexto multidisciplinar. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 13., PARTÍCULAS NAS AMÉRICAS,1., 2018, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2018. p. 1-8.

BARBOSA, I. S. **Classificação e caracterização dos ambientes de terras úmidas do Refúgio de Vida Silvestre do Rio Pandeiros, a partir do uso de imagens Ikonos**. 2010. 65f. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerias, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010.

BARRETO, H. N. Investigação da influência dos processos denudacionais na evolução do relevo da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais – Brasil. 2012. 148f. Tese (Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Departamento de Geologia. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto-MG. 2012.

BETHONICO, M. B. M. **Área de proteção ambiental estadual do Rio Pandeiros-MG:** espaço, território e atores. 2009. 288p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, RJ, 2009b.

BETHONICO, M. B. M**.** Rio Pandeiros: território e história de uma área de proteção ambiental no norte de Minas Gerais. **Revista Acta Geográfica**, v.3, n. 5, p. 23-38, jan./jun. 2009a.

BETHONICO, M. B. M.; CUNHA, S. B. D. Gestão sustentável de unidades de conservação: o caso da APA estadual do Rio Pandeiros, Minas Gerais. **GEOgraphia**, v. 11, n. 22, p. 104-127, 2009.

BIERMAN, P. R.; MONTGOMERY, D. R. Key Concepts in Geomorphology. New York (NY): W. H. Freeman na dCompany Publishers. 2014. 494 p.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR (CDTN); UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Instituto de Geociências (UFMG). **Relatório Final do Projeto Sustentabilidade da Bacia do Rio Pandeiros - MG: dinâmica de vertentes da bacia do Rio Pandeiros**. 2020. Disponível em: https://www.igc.ufmg.br/geografia/pos-graduacao-em-geografia/relatorios-e-produtos-tecnicos /. Acesso em: 29 nov. 2022.

CHAGAS, C. J.; MOREIRA, R. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; BANDEIRA, J. V.; CARVALHO FILHO, C. A. Reuse of a dam as sedimenttrapandwater reserve. **RBRH**, v. 27, p. 1-11, 2022.

CHRISTIAN, C. S.; STEWART, G. A. Methodology of Integrated Surveys. *In*: Aerial Surveys and Integrated Studies. Principles Methods Integrating Aerial Studies. Nat. Res. Potential Develop, 1968, Toulouse**.** Toulouse: **Proceedings**[...]. Toulouse: UNESCO Conference, 1968, p. 233-280.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS (CODEMIG); UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Instituto de Geociências. (UFMG). **Folha Catolé: Mapas Geológicos (SD.23-Z-C-I)**. Belo Horizonte, 2015. Escala 1.100.000. Projeto Fronteiras de Minas. Disponível em: http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/. Acesso em: 16 out. 2016.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS (CODEMIG); UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Instituto de Geociências. (UFMG). **Folha Januária: Mapa Geológico (SD. 23-Z-C-II)**. Belo Horizonte, 2015. Escala 1.100.000. Projeto Fronteiras de Minas. Disponível em: http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/. Acesso em: 16 out. 2016.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS (CODEMIG); UNIVERSIDADE FEDERAL

DE MINAS GERAIS. Instituto de Geociências. (UFMG). **Folha São Francisco: Mapa Geológico (SD. 23-Z-C-IV)**. Belo Horizonte, 2015. Escala 1.100.000. Projeto Fronteiras de Minas. Disponível em: http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/. Acesso em: 16 out. 2016.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS (CODEMIG); UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Instituto de Geociências. (UFMG). **Folha São João da Ponte: Mapa Geológico (SD. 23-Z-C-V)**. Belo Horizonte, 2015. Escala 1.100.000. Projeto Fronteiras de Minas. Disponível em: http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/. Acesso em: 16 out. 2016.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS (CODEMIG); UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Instituto de Geociências. (UFMG). **Folha São Joaquim: Mapa Geológico (SD. 23-Y-D-III)**. Belo Horizonte, 2015. Escala 1.100.000. Projeto Fronteiras de Minas. Disponível em: http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/. Acesso em: 21 jul. 2015.

DIAS, L. C. C. **Análise da paisagem da área de proteção ambiental estadual do Rio Pandeiros, MG: subsídios para o manejo e conservação da fauna**. 2017. 86f. Dissertação (Mestrado em Conservação da Fauna) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2017.

FONSECA, B. M. **O uso do Sistema de Informações Geográficas na análise morfométrica e morfológica de bacias de drenagem na Serra do Espinhaço Meridional – MG.** 2010. 93f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010.

FONSECA, B. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Use of GIS to calculate Hack Index as a basis for comparative geomorphologic analysis between two drainage basins: a case study from SE-Brazil. *In*: INTERNATIONAL GEOGRAPHIC UNION REGIONAL GEOGRAPHIC CONFERENCE, 2011, Santiago, Chile. **Proceedings** […]. Santiago: International Geographic Union, 2011, v. 1. p. 1-12, 2011.

FONSECA, D. S. R. **Avaliação Temporal por NDVI em Ambientes Naturais na Área de Preservação Ambiental do Rio Pandeiros/MG.** Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2012. 39 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Núcleo de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros MG, 2012.

FONSECA, D. S. R.; NASCIMENTO, C. R.; MIRANDA, W. A.; DE FIGUEIREDO, F. P. Diagnóstico do uso do solo e degradação ambiental na bacia hidrográfica do Pandeiros-MG como subsídio para estudos de impacto ambiental. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, v. 1, n. 1, p. 1-20, jan/julho 2011.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. (CETEC) **Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte:** CETEC**,** 1983. 130p. (Série de Publicações Técnicas/SPT-010**)**

GARCIA, P. M. B.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; CASAGRANDE, P. B. Geomorphological Index as Support to Urban Planning. **Mercator**, Fortaleza, v. 19, e19003, p. 1-24, 2020.

GASPAR, M. T. P.; CAMPOS, J. E. G. O sistema aquífero Urucuia**. Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, suplemento 4, p. 1068-1078, dez. de 2007. Disponível em: www.sbgeo.org.br1068.

GOOGLE. **Google Earth**. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em: 20 jul. 2016;15 jul. 2017; 16 fev. 2018; 5 jun. 2019; 16 jul. 2020; 15 mar. 2021; 12 out. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa topográfico da Folha: Catolé - SD.23-Z-C-I.** [Rio de Janeiro, RJ]: IBGE, 1970. Escala 1: 100.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa topográfico da Folha: Januária - SD.23. Z-C-II (MI-2178)**.2. ed. [Rio de Janeiro, RJ]: IBGE, 1980. Escala 1: 100.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa topográfico das Folha: São Joaquim - SD.23-Y-D-II**. [Rio de Janeiro, RJ]: IBGE, 1972a.Escala 1: 100.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base Cartográfica Digital.** Infraestrutura de dados espaciais (IDE-SISEMA.) Rio de Janeiro, 2002.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS (IGA). **Áreas de proteção ambiental no Estado de Minas Gerais**: demarcação e estudos para o pré-zoneamento ecológico, APA Bacia do Rio Pandeiros. Belo Horizonte: IGA, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Topodata**: banco de dados geomorfométricos do Brasil: banco de dados geomorfométricos do Brasil. 2011. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php. Acesso em: 16 out. 2022.

INTERNATIONAL GEOGRAPHIC UNION REGIONAL GEOGRAPHIC CONFERENCE, 2011, Santiago, Chile**. Proceedings** [...]. Santiago: International Geographic Union -UGI, 2011, v. 1. p. 1-12, 2011.

MINAS GERAIS. **Lei nº 11.901 de 01 de setembro de 1995.** Declara de Proteção Ambiental as Áreas de Interesse Ecológico Situadas na Bacia Hidrográfica do Rio Pandeiros. Belo Horizonte, MG, 02 setembros de 1995. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/LEI/11901/1995/. Acesso em: 09 de abril de 2023.

MINAS GERAIS. **Decreto n. 43.910 de 05 de novembro de 2004**. Cria o Refúgio de Vida Silvestre do Rio Pandeiros no Município de Januária. Belo Horizonte, Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/DEC/43910/2004/. Acesso em: 10 abr. 2013.

KHATUN, S.; PAL, S. Analysis of Regional Hypsometric Integral to Identify Landscape Evolution in Kushkarani River Basin. **Journal of Geography, Environment and Earth Science International**, v. 6, n. 3, p. 1-17, 2016.

KIANG, C. H.; SILVA, F. P. Contribuição ao arcabouço geológico do sistema aquífero Urucuia. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 34, n. 4, p. 872-882, 2015.

LIMA, A. C. P. **Análise da distribuição espacial de voçorocas em domínio de rochas siliciclásticas: bacia do Rio Pandeiros–MG**. 2019. 83 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) **–** Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2019.

LOPES, S. S.; MAGRI, R. A. F. Uso do geoprocessamento no levantamento de feições erosivas e na produção da base cartográfica digital da bacia hidrográfica do Rio Pandeiros – MG. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 12., 2015, Poços de Caldas, MG. **Anais** [...]. Poços de Caldas: Instituto Federal do Sul de Minas, Campus Muzambinho, 2015. v. 7, n. 1, p. 1-9.

MAIA-RODRIGUES, B. H. **Análise da dinâmica de evolução do relevo e da compartimentação geomorfológicas no contexto das bacias hidrográficas da margem esquerda do rio São Francisco - norte de Minas Gerais**. 2012. 107f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2012.

MARTÍNÉZ, M. I. **Estratigrafia e tectônica do Grupo Bambuí no norte do Estado de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. 2007. 129 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) **–** Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2007.

MARTINS, R. N.; SANTOS, V. K. S.; CORTE, W. C.; RIBEIRO, D. P.; BISHOP, H. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Pandeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 44, 2015, São Pedro. **Anais** [...] São Pedro, SP: CONBEA, p. 1-4, 2015.

OLIVEIRA, D. A. **Wetland" como unidade hidrogeomorfológica no contexto de transição entre o Cerrado e o Semiárido Mineiro**: análise da dinâmica do Pantanal da bacia de drenagem do Rio Pandeiros – MG.2021. 418p. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2021.

OLIVEIRA, D. A.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; FONSECA, B. M. Proposta de mapeamento e delimitação dos domínios geomorfológicos da bacia hidrográfica do Rio Pandeiros-MG. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R**.** (Org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências - UNICAMP, p. 6253–6262, 2017.

OLIVEIRA, F. M. **Relações solo-vegetação em áreas desenvolvidas sobre o arenito Urucuia na APA do Rio Pandeiros.** 2013. 64f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) **–** Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F.; SILVA, D.; RAMOS, M. Estudo do comportamento hidrológico do Rio São Francisco e seus principais afluentes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, v. 11, n. 6, p. 615-622, 2007.

REZENDE, C. R. de. **Evidências de arco magmático paleoproterozóico na região do Alto de Januária – Norte de Minas.** 2017. 77p. Dissertação (Mestrado em Geologia) **–** Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2017.

REZENDE, C. R.; OLIVEIRA C. A.; OLIVEIRA, V. P. Evidências diretas e indiretas de arco magmático paleoproterozoico na Região do Alto de Januária – Norte de Minas Gerais. **Geonomos**, v. 26, n. 2, p. 1-22, 2018.

RIBEIRO, A. C.; RICCOMINI, C.; LEITE, J. A. D. Origin of the largest south transcontinental water divide. **Nature Scientifique Report.** v.8, n.17144, 2018. nov. 2018.

SCOLFORO, J.R.; CARVALHO, L.M.T. (Ed.). **Mapeamento e inventário da flora e dos reflorestamentos de Minais Gerais**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Mapa geodiversidade de Minas Gerais.**2010. Escala: 1: 1.000.000. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/14704. Acesso em:12 abr. 2023

SILVA, P. D. O. **Utilização do isótopo $^{7}$Be como método de investigação da erosão em escala de vertente.** 2020. 89f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2020.

SINHA-ROY, S. A New approach to the analysis of transverse river valley profiles and applications for morphotectonics: a case study in Rjasthan. **Current Science**, v. 81, n. 1, p. 106-112, July 2001.

TAYLOR, G.; EGGLETON, R. A. **Regolith geology and geomorphology**.Toronto: John Wiley & Sons, 2001. 375 p.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do Projeto APQ-03773-14 - Sustentabilidade da bacia do Rio Pandeiros-MG: Dinâmica de vertentes da bacia do Rio Pandeiros; ao IGC-UFMG e ao CDTN, pelo apoio de infraestrutura; ao Dr. Jefferson Vianna Bandeira, do CDTN, pela leitura e sugestões ao texto; ao bolsista de IC do curso de graduação de Geologia, Gilberto Mendes da Cunha Júnior, pelo auxílio na elaboração das figuras e mapas do artigo; ao Dr. Cláudio Chagas, do CDTN, pelo auxílio com a geração do mapa geológico no SIG.