

## **Compartimentação geomorfológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG)**

### **Geomorphological compartmentalization of the Ribeirão das Lajes Catchment – Buritizeiro (MG)**

Antonio das Graças José dos Santos Júnior  
Universidade Federal de Uberlândia - UFU  
stos.jr@hotmail.com

Alan Silveira  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU  
alan.silveira@ufu.br

#### **Resumo**

O mapeamento geomorfológico é uma importante ferramenta para o planejamento ambiental. Neste contexto, este artigo objetiva compartimentar as formas de relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão das Lajes, afluente da margem esquerda do rio São Francisco localizada no município de Buritizeiro, Norte de Minas Gerais. Para tanto, partiu-se da proposta taxonômica do relevo, mediante aos critérios morfométricos de hipsometria, de declividade e densidade e profundidade de drenagem, com a finalidade de reconhecer as particularidades referentes a cada unidade morfológica compartimentada, contribuindo na organização da Carta de Unidades Morfológicas. Como resultados, foram reconhecidos cinco compartimentos sobre as unidades morfoesculturais da Depressão Sanfranciscana e Planalto Areado, relacionados aos contextos geológicos e pedológicos da bacia, bem como as observações registradas em campo. Na Depressão Sanfranciscana foram reconhecidas as unidades denudacionais de Topo Convexo (Colinas) e Agradacional (Apf e Atf). Já o Planalto do Areado apresenta três unidades, intituladas por Denudacional Escarpada (escarpa erosiva), Denudacional de Topo Tabular (planalto tabular) e Denudacional de Topo Aguçado e Convexo (planalto residual). Compreende-se que a bacia do Ribeirão das Lajes apresenta elevada suscetibilidade à dinâmica erosiva, mesmo em áreas onde as variáveis morfométricas e morfográficas denotam classes menos expressivas, como no caso do planalto tabular onde se alojam as veredas.

**Palavras-chave:** cartografia geomorfológica, morfometria do relevo, unidades morfológicas, taxonomia do relevo.

#### **Abstract**

Geomorphological mapping is an important tool for environmental planning. In this context, this article aims to compartmentalize the relief forms of the Ribeirão das Lajes catchment, an affluent of the left bank of the São Francisco River located in the municipality of Buritizeiro, North of Minas Gerais. For this purpose, it was started from the taxonomic proposal of the relief, through the morphometric criteria of hypsometry, slope and density, and drainage depth, in order to recognize the particularities related to each compartmentalized morphological unit, contributing to the organization of the Chart of Morphological Units. As a result, they were recognized five compartments about the morpho-sculptural units of Sanfranciscan Depression and Areado Plateau, related to the geological and pedological contexts of the catchment, as well as the observations recorded in the field. In the San Franciscan Depression, they were recognized the denudational units of Convex Top (hills) and Agradacional (Atf and Atf). Already the Areado Plateau presents three units, entitled Denudational

Scarped (erosive scarp), Denudational of Tabular Top (tabular plateau) and Denudational of Sharp and Convex Top (residual plateau). It is understood that the Ribeirão das Lajes catchment presents highly susceptible to erosion dynamics, even in areas where the morphometric and morphographic variables denote less expressive classes, as in the case of the tabular plateau where the veredas are located.

**Keywords:** geomorphological cartography, relief morphometry, morphological units, relief taxonomy

## **Introdução**

A superfície terrestre é constituída por diferentes formas e tamanhos de relevo, oriundas de processos morfodinâmicos exógenos e endógenos e da interação e interdependências entre eles (ROSS, 1992). A Geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo, investigando os processos envolvidos na sua formação, assim como os materiais e agentes (GUERRA, 2018). Murray *et al.* (2009) compreendem a Geomorfologia também como uma ciência que estuda a mudança da paisagem ao longo do tempo, em decorrência das interações humana, biológica, geológica, hidrológica, química e dinâmica climática.

As análises geomorfológicas são de fundamental importância ao planejamento ambiental, com destaque para os mapeamentos geomorfológicos, que buscam representar e sintetizar as formas e processos envolvidos (SILVEIRA; LUPINACCI, 2019). Segundo Sato e Lupinacci (2019), o mapeamento geomorfológico consiste na base para os estudos ambientais, apresentando no produto final a concepção sintética do relevo como fundamento da pesquisa geomorfológica.

A cartografia geomorfológica se destaca como importante instrumento de verificação e previsão de impactos ambientais, bem como de planejamento e ordenamento espacial, pois a geomorfogênese é constituída por complexos mecanismos que atuam no presente e que atuaram no passado (CUNHA; QUEIROZ, 2012). Casseti (2005) aponta que a cartografia geomorfológica se constitui em um instrumento para a espacialização dos fatos geomorfológicos, capaz de representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura, assim como a dinâmica dos processos e suas particularidades.

O mapeamento geomorfológico no Brasil teve início na década de 1960, sob inspiração principalmente da escola francesa, sendo Ab'Sáber um dos precursores da sua execução (NOGUEIRA *et al.*, 2008). Ao tratar da evolução das metodologias de mapeamentos geomorfológicos no Brasil, o IBGE (2009) aponta que a I Conferência

Nacional de Geografia e Cartografia, realizada pelo IBGE em 1968, lançou as bases e os princípios da cartografia geomorfológica e delineou o conteúdo essencial de um mapa geomorfológico.

De acordo com Barbosa *et al.* (1984), foi a partir dessas bases e princípios que o Projeto RADAMBRASIL elaborou os primeiros ensaios para uma cartografia geomorfológica. Os autores ainda relatam as fases de desenvolvimento da metodologia desse Projeto, colocando que os fatos geomorfológicos foram ordenados em uma taxonomia em sua quarta fase, hierarquizada em Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Morfológicas e Tipos de Modelados (BARBOSA *et al.*, 1984).

Essa abordagem taxonômica trazida pelo Projeto RADAMBRASIL fundamentou Ross (1990; 1992) na organização de uma proposta de representação cartográfica em seis níveis taxonômicos. Vale o destaque para a comunidade geomorfológica contemporânea brasileira, que vive um momento de discussões acerca de metodologias de mapeamento ao tentar chegar a um Sistema Brasileiro de Classificação de Relevo. Os relatos estão fundamentados em uma proposta taxonômica, levando em consideração uma série de metodologias de mapeamentos geomorfológicos já implantados (BOTELHO; PELECH, 2019; IBGE, 2020), entre elas a de Ross (1990; 1992).

A taxonomia do relevo proposta por Ross (1990; 1992) se fundamenta na fisionomia, gênese e idade das formas. Entre os seis níveis taxonômicos propostos pelo autor, são de interesse para este trabalho, em função de sua escala, os segundo, terceiro e quarto táxons, onde se estabelecem os dados morfoesculturais e morfométricos (ROSS, 1990; 1992).

O segundo táxon proposto por Ross (1990 e 1992) é denominado por unidades morfoesculturais, que são esculpidas pela ação climática e estão contidas em unidades morfoestruturais (primeiro táxon). O terceiro táxon se refere às unidades morfológicas ou padrões de formas semelhantes, sendo definidas pelo conjunto de tipologias de formas que guardam entre si elevado grau de semelhança, quanto ao tamanho e ao aspecto fisionômico. Já o quarto táxon condiz com as formas de relevo contidas de forma individualizada nas unidades morfológicas, indicadas de maneira conjunta com o terceiro táxon, todas semelhantes entre si, tanto na morfologia quanto na morfometria (ROSS, 1990; 1992).

Compreende-se a morfometria do relevo como a quantificação dos aspectos tridimensionais da superfície, os quais podem ser avaliados a partir de parâmetros como a

declividade, a dissecação, a hipsometria, entre outros, fornecendo dados sobre a potencialidade de ocorrência de processos denudativos (SILVEIRA *et al.*, 2020). Com o intuito de se evitar a sobrecarga de informações em cartas geomorfológicas, os dados morfométricos podem ser representados à parte, em uma apresentação cartográfica específica, ou seja, a partir de cartas morfométricas (CASSETI, 2005).

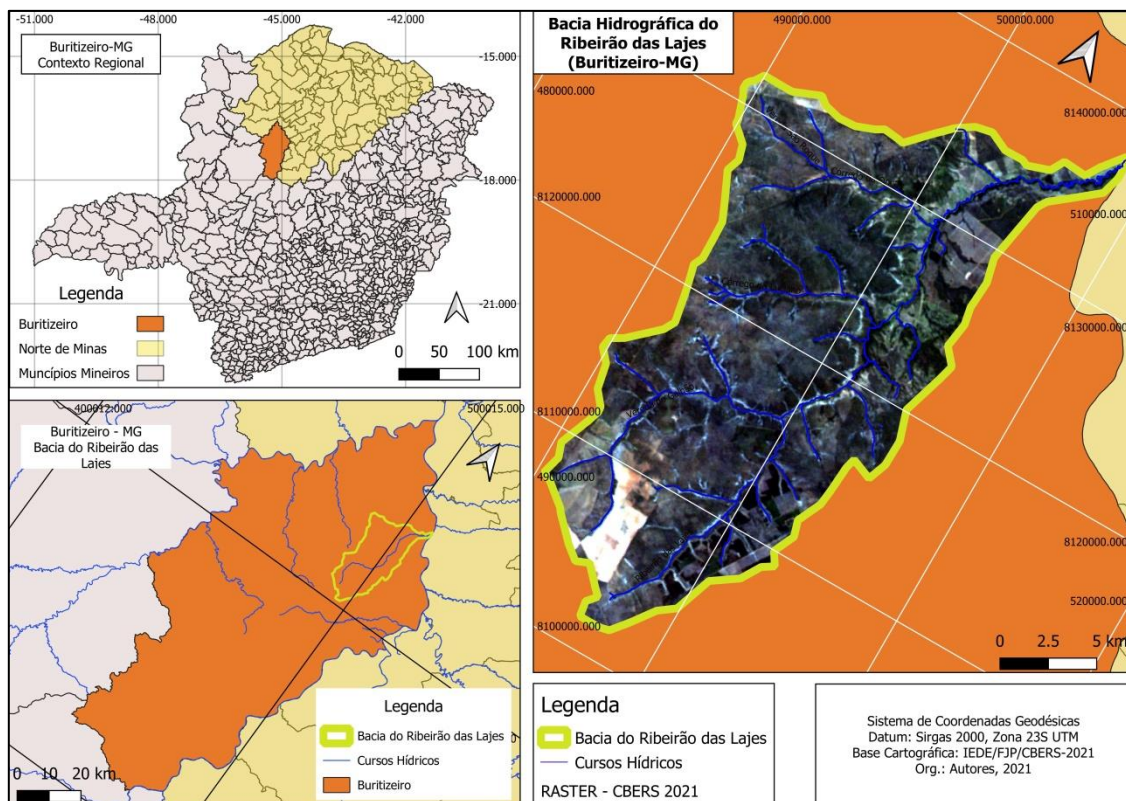
Uma das formas tradicionais de representação morfométrica se faz por meio das cartas de hipsometria e de declividade. A primeira estabelece classes altimétricas, enquanto a segunda apresenta em classes o gradiente de vertente. Como documentos cartográficos para a mensuração da dissecação, chama-se a atenção para a proposta de Hubp (1988), que expõe técnicas para elaboração de cartas de densidade e profundidade de drenagem. Segundo Souza *et al.* (2020), a primeira carta permite a interpretação das ações dos cursos d'água na geração de talwegues, ao passo que o segundo documento destaca a altura vertical entre a linha de cumeada e o talwegue, determinando as maiores profundidades de erosão linear e a distância transversal dos talwegues (SOUZA *et al.*, 2020).

Assim, o presente artigo tem o objetivo de compartimentar as formas de relevo da bacia do Ribeirão das Lajes, a partir da proposta de Ross (1990; 1992), representando os segundo, terceiro e quarto táxons, adequando os critérios morfométricos. Para isso foram organizadas as cartas morfométricas de hipsometria, de declividade, de densidade de drenagem e de profundidade de drenagem, as quais foram integradas aos trabalhos de campo, resultando na carta de Unidades Morfológicas. Tais documentos foram elaborados na escala 1:100.000, estabelecendo relações com as características geológicas e pedológicas da bacia, de modo a colaborar com informações e análise voltadas ao planejamento ambiental da área.

### **Área de Estudo**

A bacia do Ribeirão das Lajes se localiza no município de Buritizeiro, posicionado na região Norte de Minas Gerais, microrregião de Pirapora, com área de 392,72 km<sup>2</sup> (Figura 1).

Geologicamente, a bacia do Ribeirão das Lajes está inserida na Bacia Sedimentar do São Francisco, nos domínios dos grupos Bambuí (Neoproterozóico) e Areado (Cretáceo), além de apresentar ampla distribuição espacial de coberturas detríticas inconsolidadas e aluvionares do Cenozoico (CPRM, 2002a, b; CODEMIG, 2013a, b).

**Figura 1.** Localização da Bacia do Ribeirão das Lajes

Fonte: elaboração própria

Viana (2006), Melo (2008) e Augustin *et al.* (2009) destacam que o município de Buritizeiro está sobre duas grandes unidades morfológicas: a Depressão Sanfranciscana e os Planaltos do São Francisco. Seu contexto geomorfológico e variação altimétrica são marcados pela influência do rio São Francisco e de seus tributários com amplas superfícies de aplainamento (COSTA, 2021).

No contexto pedológico, é possível observar o domínio de Neossolos Quartzarênicos em topos tabulares e Neossolos Litólicos nas escarpas. Na Depressão e em parte da planície fluvial do São Francisco são registrados Latossolos Vermelhos-Amarelos e Neossolos Flúvicos, estes últimos desenvolvidos em depósitos aluvionares. Segundo Oliveira (2018), o clima regional é definido em razão da continentalidade e da topografia. Viana (2006), Trindade (2007), Melo (2008) e Baggio Filho (2008) caracterizam o clima do município com duas estações marcantes, classificando-o como Aw (Tropical Chuvoso).

Em recente trabalho sobre contribuições dos estudos sobre arenização desenvolvidos por Dirce Suertegaray, Silva (2020) ilustra o município de Buritizeiro a partir









da pesquisa realizada por Trindade (2007), o qual atribuiu à dinâmica hídrica um dos condicionantes importantes que influenciam e intensificam os processos de formação dos leques arenosos na área. Souza (2009), em estudo realizado na bacia do rio Formoso, adjacente à bacia do Ribeirão das Lajes, registrou que as atividades de uso e ocupação são fatores que intensificam os processos erosivos. Esse contexto também é observado na bacia do Ribeirão das Lajes, com destaque à suscetibilidade erosiva e aos impactos associados às veredas. Com isso, compreende-se que a compartimentação morfológica da bacia pode colaborar com o planejamento ambiental e a adoção de ações conservacionistas.

### **Metodologia**

A base cartográfica em escala de 1:100.000, organizada a partir das cartas topográficas da Diretoria de Serviços Geográficos do Ministério do Exército (1973), foi enriquecida com canais pluviais e fluviais vetorizados com suporte das imagens do satélite CBERS (INPE, 2021) e através das imagens do complemento *QuickMapServices* (QGIS). Uma vez enriquecida, essa base constituiu o suporte para a organização dos mapeamentos morfométricos fundamentados nos trabalhos de De Biasi (1992), Silva e Lupinacci (2021) e Hupb (1988). Tais mapeamentos foram elaborados no *software* Quantum GIS (QGIS), nas versões estáveis 3.10.13 e 3.16.15.

Após extração das curvas de nível e pontos cotados foram realizados os mapeamentos morfométricos de hipsometria e de declividade, a partir da criação de um modelo de elevação do terreno, em malha triangular (*Triangular Irregular Networks*). As classes hipsométricas foram delimitadas através do guia de simbologia presente na caixa propriedade da camada (Quadro 1). Essas classes foram definidas tomando como referência os trabalhos de Trindade (2007), Viana (2006), Melo (2008) e Silva (2016) – Quadro 2.

**Quadro 1:** Classes e cores estabelecidas para a hipsometria

Classes de Hipsometria	Legenda
≤ 480 m	
480 -  560 m	
560 -  640 m	
640 -  720 m	
720 -  800 m	
> 800 m	

Fonte: elaboração própria







**Quadro 2:** Classes hipsométricas de acordo com trabalhos anteriores para área de estudo e município de Buritizeiro/MG

Autor	Unidade	Cota Altimétrica
<b>Viana (2006)</b>	Superfície Tabular	800 a 1000 m
	Superfície Intermediária	600 a 800 m
	Depressão	500 a 600 m
<b>Trindade (2007)</b>	Chapadas testemunhas de Aplainamento	950 a 1000 m
	Unidades Colinas	850 a 700 m
	Colinas da Depressão	700 a 600 m
	Unidades de vales e Terraços quaternários	550 a 650 m
<b>Melo (2008)</b>	Planície Aluvial	470 a 550 m
	Chapadão dos Gerais	800 a 900 m
	Planaltos rebaixados (Areado)	650 a 750 m
<b>Silva (2016)</b>	Depressão	500 a 600 m
	Superfície de Cimeira (S1)	>900 m
	Superfície Intermediária (S2)	Entre 700 a 900 m
	Depressões interioranas	400 a 700 m

Fonte: elaboração própria

A carta de declividade também foi criada a partir do modelo de elevação do terreno, através da função declividade, em que se abriu a caixa de configuração dos parâmetros de declividade, gerando-se uma imagem *raster* com a declividade expressa em porcentagem. Na caixa de simbologia, foram definidas seis classes conforme os valores sugeridos por Silva e Lupinacci (2021) – Quadro 3.

**Quadro 3:** Parâmetros para a definição das classes da carta de declividade da bacia do Ribeirão das Lajes, Buritizeiro/MG

Legenda	Declividade (%)	Parâmetros
	≤ 2	Superfície plana a ligeiramente ondulada; ou fundo de vale (vereda) e planície de inundação.
	2 -  5	Limite urbano industrial, utilizado internacionalmente, quando próximo a cursos d'água, são regiões susceptíveis a enchentes e problemas de drenagem, representam áreas de terreno ligeiramente ondulado a ondulado, tendo solo arável que suporta maquinaria pesada (DE BIASE, 1970).
	5 -  12	12% como limite máximo para emprego de mecanização na agricultura (DE BIASE, 1970).
	12 -  30	30% como limite máximo para urbanização sem restrições (BRASIL, 2012).
	30 -  45	45% como limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas (BRASIL, 2012).
	> 45	Acima dessa declividade não é permitida a derrubada de florestas, só tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização racional, que vise rendimentos permanentes (DE BIASE, 1970).

Fonte: adaptado de Silva e Lupinacci, 2021

Conforme procedimento técnico estipulado por Hupb (1988), a partir de uma malha quadrangular de dimensão 500x500 metros foi realizada a confecção das cartas de densidade de drenagem e profundidade de drenagem. Tal dimensão considerou a escala do mapeamento 1:100.000 (STEFANUTO, 2016; STEFANUTO; LUPINACCI, 2016).

No mapeamento de densidade de drenagem foram necessárias as camadas de limite da bacia e rede de drenagem. A partir da malha quadrangular fragmentou-se a rede de drenagem, posteriormente unida, gerou-se uma nova malha com a extensão de cada rede somada a cada quadrícula. Na sequência, calculou-se em uma coluna na tabela de atributos o valor da densidade de cada quadrícula, relação entre o comprimento da drenagem e o tamanho da quadrícula. Após este cálculo gerou-se uma malha de pontos que foi interpolada para a criação de uma imagem *raster*.

Para a elaboração da carta de profundidade de drenagem (HUPB, 1988) foram necessárias as camadas: limite da bacia e curvas de nível. As curvas de nível foram fragmentadas e se calculou a elevação máxima e mínima para, posteriormente, calcular a amplitude de cada quadrícula com a finalidade de criar uma malha de pontos contendo a amplitude de cada ponto, gerando-se, por fim, uma imagem *raster*.

As classes de densidade e profundidade de drenagem foram definidas na guia de simbologia, variando de verde, com nenhuma densidade ou profundidade, a marrom, com grande densidade ou profundidade de drenagem.



Os dados geológicos foram organizados a partir da compilação dos dados do mapeamento geológico de Minas Gerais da CPRM e CODEMIG (2014) e mapas geológicos da CODEMIG (2013a, b) e CPRM (2002a, b). Também foram utilizadas as imagens de satélite do CBERS (INPE, 2021) para delimitação dos litotipos. As informações pedológicas da bacia foram geradas com base no mapeamento de solos do Estado de Minas Gerais (FEAM, 2010), assim como no mapeamento realizado pela CETEC (1983) e pela EMBRAPA (1979), cujas classes foram delimitadas a partir da fotointerpretação de imagens do satélite CBERS (INPE, 2021) e, posteriormente, classificadas e hachuradas com cores indicadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2018).

Com base nos níveis taxonômicos propostos por Ross (1992), construiu-se a carta de Unidades Morfológicas com a representação do segundo, do terceiro e do quarto níveis taxonômicos. A morfoestrutura (primeiro nível) não foi representada devido à bacia do Ribeirão das Lajes possuir a sua área totalmente inserida na Bacia Sedimentar do São Francisco. As morfoesculturas foram definidas através da fotointerpretação das imagens do satélite CBERS (INPE, 2021).

Observa-se que não foi utilizada a matriz dos índices de dissecação, conforme recomendado por Ross (1992), para os terceiro e quarto táxons, tendo em vista a organização das cartas de hipsometria, declividade, densidade de drenagem e profundidade de drenagem, que fornecem dados de morfometria em documentos específicos. Tais cartas foram utilizadas para a definição das unidades morfológicas e tipos de formas, conforme ilustra o Quadro 4.

**Quadro 4:** Classificação das unidades morfológicas da bacia do Ribeirão das Lajes

Unidade Morfoescultural	Unidades Morfológicas	Tipos de Formas
Depressão Sanfranciscana	Agradacional	Planície Fluvial
		Terraço Fluvial
	Denudacional de topo convexo	Colinas
Planalto do Areado	Denudacional escarpado	Escarpa Erosiva
	Denudacional de topo tabular	Planalto Tabular
	Denudacional de topo aguçado e convexo	Planalto Residual

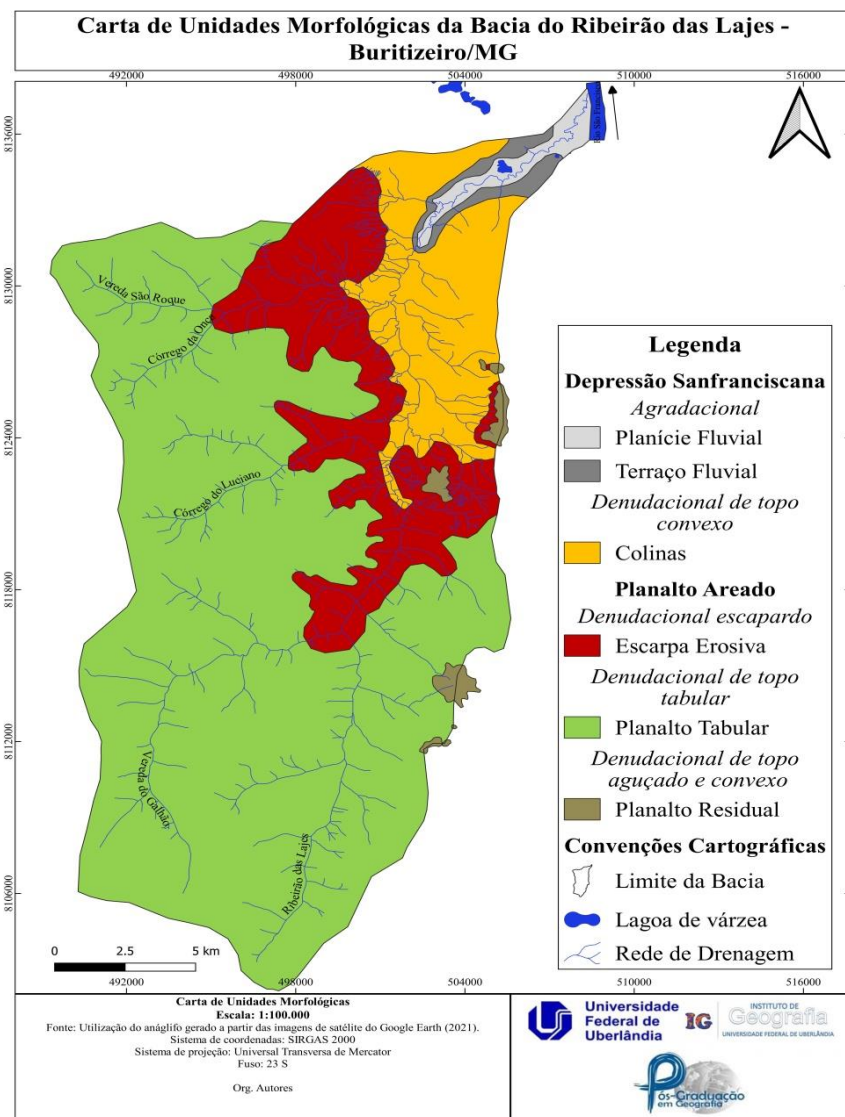
Fonte: elaboração própria

Destaca-se, por fim, a realização de trabalhos de campo no mês de abril de 2022 para reambulação dos mapeamentos, haja vista a importância do contato direto com a realidade (VENTURI, 2011).

**Resultados e discussão**

Na compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Ribeirão das Lajes foram reconhecidas duas unidades morfoesculturais: a Depressão Sanfranciscana e os Planaltos do São Francisco (Planalto Areado), conforme pode se observar na Figura 2.

**Figura 2.** Unidades morfológicas da bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG



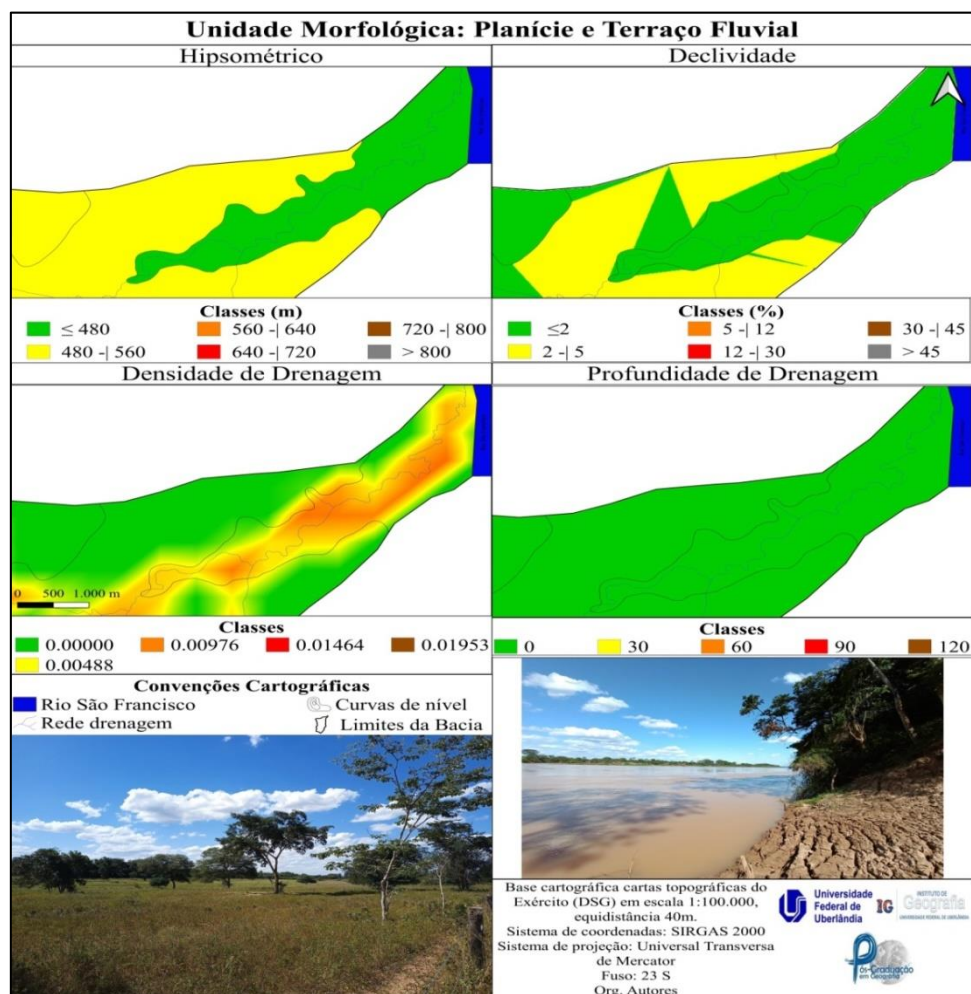
Fonte: elaboração própria

A Depressão Sanfranciscana é representada por uma superfície rebaixada, com altitudes menores que 480 m a 600 m, sua litologia é marcada pelas formações Três Marias e Serra da Saudade, pela cobertura detrítica indiferenciada, assim como pelos depósitos

aluvionares e terraços; sua superfície varia de aplainada a ondulada (MELO, 2008). Na unidade morfoescultural da Depressão Sanfranciscana foram reconhecidas as unidades Denudacional de Topo Convexo e Agradacional (Figura 2).

A superfície Agradacional está posicionada na baixa bacia, sendo constituída por planícies fluviais (Apf) e terraços fluviais (Atf) – Figura 3. O rio São Francisco exerce influência direta sobre as mesmas, apresentando Neossolos Flúvicos desenvolvidos sobre os depósitos aluviais, sobretudo nos terraços. Em relação à sua morfometria (Figura 3), a declividade varia entre classes  $\leq 2\%$  e 2 a 5%, com cotas altimétricas inferiores a 480 m. A densidade de drenagem é moderada, variando nas classes amarelo (0.00488) a laranja (0.00976), sobretudo em áreas de influência do canal principal do Ribeirão das Lajes. A profundidade de drenagem é muito baixa, representada pela classe de coloração verde.

**Figura 3.** Unidade Agradacional de planícies e terraços fluviais



Fonte: elaboração própria

Essa unidade (Figura 3) é destinada para a criação de gado e se verificou o melhoramento da pastagem para tal finalidade. No entanto, as vegetações de mata ciliar e mata de galeria deveriam ser preservadas, conforme previsto em lei que institui o Código Florestal (BRASIL, 2012), uma vez que consiste em uma área passível de inundações no período chuvoso, além de ser importante barreira para a contenção de processos erosivos e assoreamento do Ribeirão das Lajes e do Rio São Francisco.

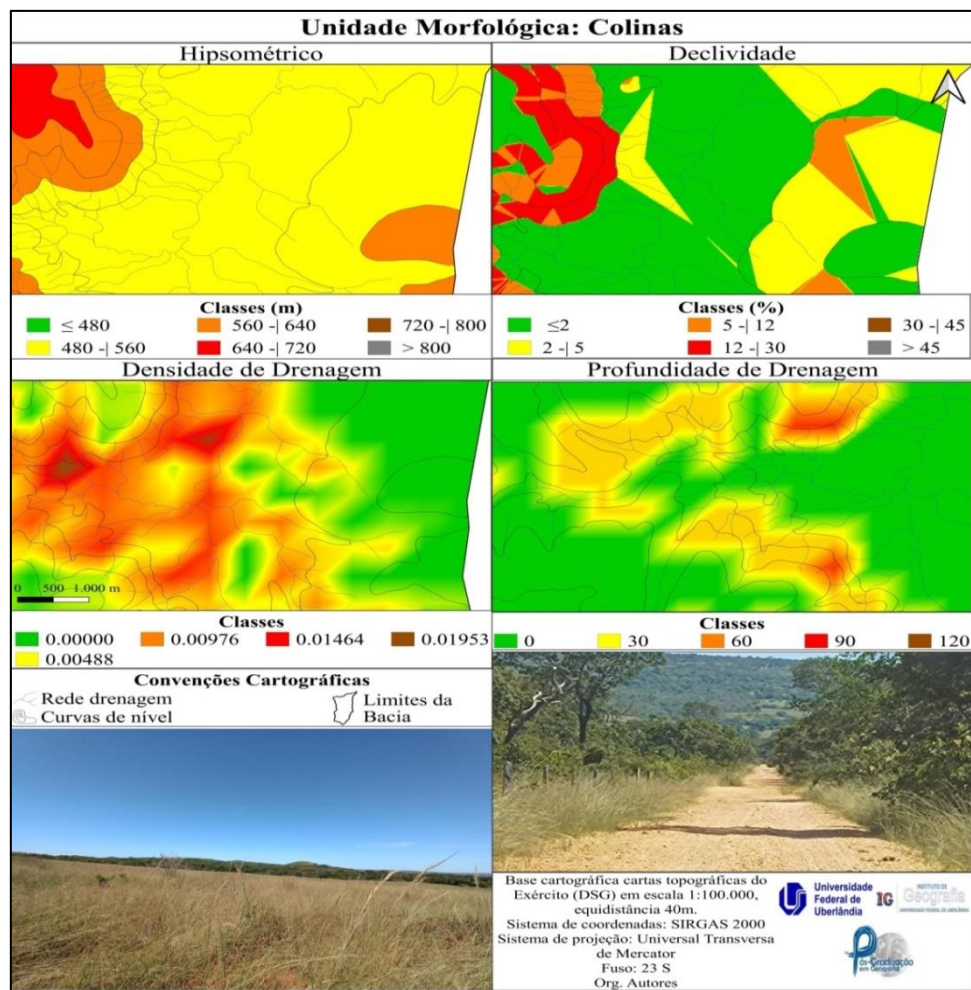
A Unidade Denudacional de Topo Convexo é representada por Colinas (Figura 4), cuja morfologia é constituída por superfície suavemente ondulada entrecortada por canais de drenagem. A geologia dessa área é constituída por cobertura detrítica indiferenciada e pela Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí), cobertas por Latossolos Vermelhos-Amarelos de textura média. Sua declividade varia de  $\leq 2\%$  a 12% e sua altimetria não é superior a 600 m. A densidade de drenagem é moderada, variando entre as classes verde (0.00000) a vermelho (0.01464). Já a profundidade de drenagem é mais restrita, com domínio da classe verde (0), e classes intermediárias, conforme proximidade da escarpa erosiva e de relevos residuais. Por apresentar essas características, é uma unidade passível de mecanização nas atividades agropecuárias, desde que sejam tomados os devidos cuidados utilizando meios para preservação e conservação dos solos.

A superfície planáltica da bacia se apresenta com topos tabulares e suavemente ondulados, com fundos de vale planos e amplos, interveredados, com altitudes superiores a 600 m. Neste planalto tabular, intitulado por Planalto Areado (MELO, 2008), encontram-se arenitos do Grupo Areado, sobrepostos por Neossolos Quartzarênicos. Esse planalto é delimitado com a Depressão Sanfranciscana por uma escarpa erosiva, com afloramentos de rochas do Grupo Bambuí e solos pouco espessos, representados por Neossolos Litólicos.

Para a unidade morfoescultural do Planalto do Areado foram reconhecidas três unidades morfológicas dissecadas pela rede de drenagem do Ribeirão das Lajes e seus tributários: a Denudacional Escarpada, a Denudacional de Topo Tabular e a Denudacional de Topo Aguçado e Convexo (Figura 2).



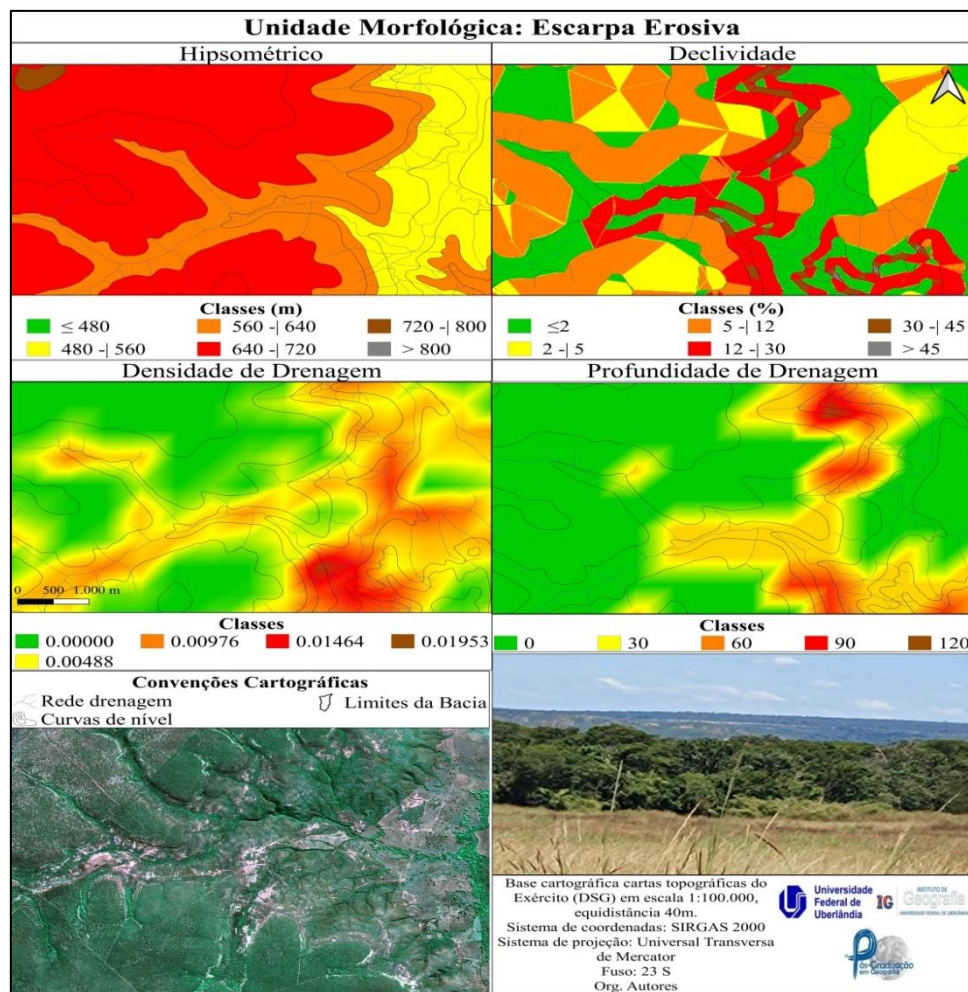
**Figura 4.** Unidade Denudacional de Topo Convexo constituída por Colinas



Fonte: elaboração própria

A unidade Denudacional Escarpada (Figura 5) corresponde à escarpa erosiva onde se observam os processos denudacionais mais atuantes na área de estudo. Conforme demonstra sua morfometria, a declividade varia entre as classes de  $\geq 12\%$  a 45%, e em algumas áreas a declividade é superior a 45%. A altimetria tem classes de 560 a 640 e de 640 a 720 metros, apresentando uma variação altimétrica de 120 m, com ruptura topográfica bastante acentuada. Isso favoreceu a instalação de canais de primeira ordem em quantidade significativa, com instalação de feições erosivas lineares como ravinas. Essa unidade apresenta a maior densidade de drenagem para a bacia, variando entre as classes vermelho (0.01464) a marrom (0.01953).

Figura 5. Unidade Denudacional Escarpada



Fonte: elaboração própria

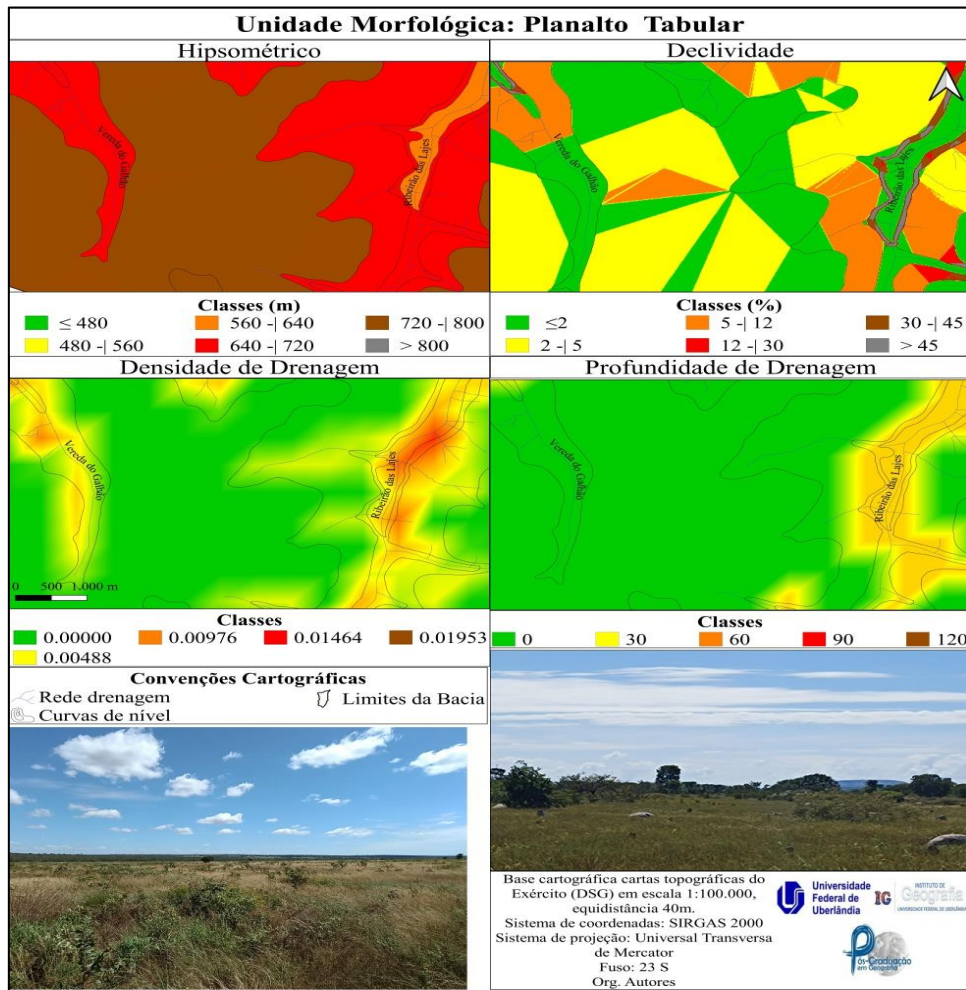
Claramente, os processos morfogênicos superam os pedogenéticos, ocorrendo solos rasos, com domínio dos Neossolos Litólicos. Destaca-se que na escarpa erosiva ocorre a transição das formações Três Marias (Grupo Bambuí), Serra da Saudade (Grupo Bambuí) e Grupo Areado. Bonzanini *et al.* (2022) afirmam que em área de contato litológico ocorre o aprofundamento da drenagem, por ser um setor de maior fragilidade erosiva. Isso ocorre devido às particularidades de cada material litológico, o que provoca mudança no comportamento de escoamento e permeabilidade. É uma unidade que se deve manter a vegetação natural para sua conservação, considerando o potencial natural da dinâmica erosiva.

A unidade Denudacional de Topo Tabular (Figura 6) é marcada por amplas vertentes de reduzido declive que se dirigem a vales com fundo plano, onde se instalam as veredas, predominam Neossolos Quartzarênicos que apresentam elevada fragilidade erosiva,



derivados dos arenitos do Grupo Areado. Sua declividade é marcada por classe  $\leq 2\%$ , no entanto, são observadas rupturas topográficas ao entorno das drenagens com declividades superiores a 12%.

**Figura 6.** Unidade Denudacional de Topo Tabular



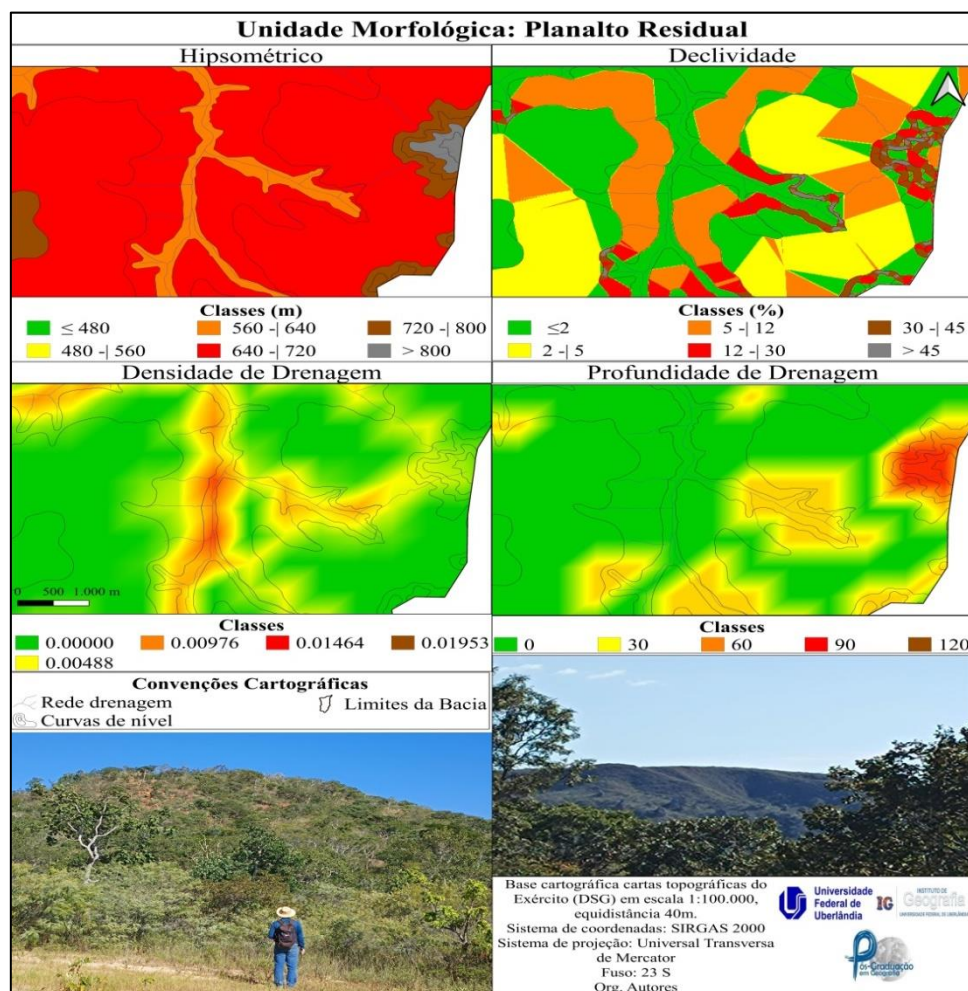
Fonte: elaboração própria

Nesta unidade tabular, as cotas altimétricas variam em classes de 640 a 720 e de 720 a 800 metros. Predomina baixa drenagem, com classes 0.00000 (verde) a 0.00976 (laranja), assim como baixa profundidade de drenagem 0 (verde) a 30 (amarelo). Possui características morfológicas e morfográficas favoráveis para implementação de atividades agropecuárias mecanizadas. Porém, em razão da erodibilidade e características como textura arenosa e estrutura de grãos simples dos Neossolos Quartzarênicos, requerem cuidados especiais no manejo agrícola, por serem considerados solos extremamente frágeis e de baixa fertilidade (RODRIGUES; CASTRO, 2015). Verificou-se que no planalto tabular da bacia a

atividade econômica predominante é a silvicultura de eucalipto e a pecuária extensiva. Problemas de erosão em cabeceiras de drenagem e agradação de veredas são bastante recorrentes.

A unidade Denudacional de Topo Aguçado e Convexo (Figura 7) possui as altitudes mais elevadas da bacia ou de mesma altitude do Planalto Tabular, em que variam entre 720 a > 800 m, representando relevos residuais. Suas declividades variam entre 12% a 45%, apresentando intermediária densidade de drenagem e maior profundidade de drenagem. Os planaltos residuais com a mesma altitude do planalto tabular, posicionados em frente à escarpa erosiva, apresentam as litologias da Formação Três Marias, enquanto os residuais acima de 720 m posicionados no interior dos Planaltos Tabulares são sustentados por arenitos do Grupo Areado.

**Figura 7.** Unidade Denudacional de Topo Aguçado e Convexo



Fonte: elaboração própria

Por fim, o Quadro 5 busca sintetizar as informações registradas para os compartimentos morfológicos da bacia do Ribeirão das Lajes.

**Quadro 5:** Síntese das informações para a compartimentação morfológica da bacia do Ribeirão das Lajes

Unidade Morfoescultural	Unidade Morfológica	Tipos de Formas	Litotipos	Solos	Declividade	Hipsometria	Densidade de Drenagem	Profundidade de Drenagem
Depressão Sanfranciscana	Agradacional	Planície Fluvial	Depósitos aluvionares	Neossolos flúvicos	≤ 2%	≤ 480	0.00488 (amarelo) a 0.00976 (laranja)	0 (verde)
		Terraço Fluvial	Depósitos aluvionares e Terraço	Neossolos flúvicos e Latossolos Vermelho-Amarelo	≤ 2% a 5%	≤ 480 -  560	0.00000 (verde) a 0.00976 (laranja)	0 (verde)
	Denudacional de topo convexo	Colinas	Cobertura detritica indiferenciada/ Formação Serra da Saudade	Latossolo Vermelho-Amarelo	≤ 2% a 12%	480 -  560	0.00000 (verde) a 0.01464 (vermelho)	0 (verde) a 30 (amarelo)
Planalto do Areado	Denudacional escarpado	Escarpa Erosiva	Formação Três Marias e Formação Serra da Saudade	Neossolos litólicos	≥ 12% a 30%	560 -  640	0.01464 (vermelho) a 0.01953 (Marrom)	30 (amarelo) a 120 (marrom)
	Denudacional de topo tabular	Planalto Tabular	Grupo Areado	Neossolos quartzarênicos	≤ 2% a 12%	640 -  720 e 720 -  800	0.00000 (verde) a 0.00976 (laranja)	0 (verde) a 60 (laranja)
	Denudacional de topo aguçado e convexo	Planalto Residual	Formação Três Marias e Grupo Areado	Neossolos quartzarênicos	≥ 12% a >45%	640 -  720 e > 800	0.00488 (amarelo) a 0.00976 (laranja)	30 (amarelo) a 120 (marrom)

Fonte: elaboração própria

### **Considerações Finais**

A compartimentação geomorfológica da bacia do Ribeirão das Lajes forneceu dados primordiais para se conhecer a dinâmica morfológica da bacia, em que os dados morfométricos de hipsometria, declividade, densidade de drenagem e profundidade de drenagem permitiram a identificação das unidades morfológicas, possibilitando verificar características de reconhecimento e, sobretudo, de individualização das mesmas, tanto em unidades denudacionais, quanto agradacionais.

A bacia do Ribeirão das Lajes apresenta características em seu quadro físico-natural que resultam em elevada suscetibilidade erosiva. Os solos com textura arenosa são predominantes na área, com destaque para os Neossolos Quartzarênicos localizados principalmente na alta bacia em superfície aplainada (Planalto Tabular), que se originam de arenitos da Formação Três Marias e do Grupo Areado.

A Escarpa Erosiva, que delimita o Planalto Tabular com as Colinas da Depressão do São Francisco, apresenta maior suscetibilidade erosiva. O cenário indica o recuo da escarpa, que é marcada por variação litológica, com a formação de relevos residuais (Planaltos Residuais), que são encontrados tanto em frente ao *front* escarpado, quanto no interior do Planalto Tabular.

No Planalto Tabular se concentram as veredas em Aptf, que vêm sofrendo modificações na dinâmica geomorfológica em consequências das ações antrópicas direcionadas a estas, principalmente com a implantação da silvicultura de eucalipto na bacia.

Verifica-se que a partir da compartimentação das unidades morfológicas é possível a implementação de regras de uso e ocupação dessas, condizentes com a realidade local, objetivando principalmente a minimização de danos ao meio-físico natural, oriundos principalmente da intervenção humana. Conforme demonstrado, os cinco compartimentos geomorfológicos reconhecidos merecem ações de minimização de impactos e de planejamento de uso e ocupação.

### **Referências**

AUGUSTIN, C.H.R.R; MELO, D.R. de; ARANHA, P.R. A. Aspectos geomorfológicos de Veredas: um ecossistema no bioma Cerrado, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*: v. 10, nº 1, p.103-114 2009.



BAGGIO FILHO, H. *Contribuições naturais e antropogênicas para concentração e distribuição de metais pesados em água superficial e sedimento de corrente na Bacia do Rio do Formoso, município de Buritizeiro - MG*. 2008. 216 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2008.

BARBOSA, G.V.; SILVA, T.C.; NATALI FILHO, T.; DEL'ARCO, D.M.; COSTA, R.C.R. Evolução da metodologia para mapeamento geomorfológico do RADAMBRASIL. *Boletim Técnico, Série Geomorfologia*, Rio de Janeiro, p. 3-26, 1984.

BONZANINI, H.L.; LUPINACCI, C.M.; SANCHES, R.M. Análise Morfométrica e Feições Erosivas na Bacia Hidrográfica do Rio Taturi (PR). *Geografia*, Londrina, v. 31, n. 1, p. 237-257, 2022.

BOTELHO, R.G.M.; PELECH, A.S. Do mapeamento geomorfológico do IBGE a um Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 64, n. 1, p. 183-201, 2019.

BRASIL. *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 28 de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 19 mar. 2021.

CASSETI, V. *Geomorfologia*. Goiânia: [S.I.], 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 19 mar. 2021.

CETEC, FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. *Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 1983. lv. (Série de Publicações Técnicas, 10).

CODEMIG, COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. Carta Geológica Folha Ibiaí (SE-23-X-B-VI). Departamento de Serviço Geográfico, Belo Horizonte, 2013a. Escala 1:100.000.

CODEMIG, COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS; Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. Carta Geológica, Folha Pirapora (SE-23-X-C-I). Departamento de Serviço Geográfico, Belo Horizonte, 2013b. Escala 1:100.000.

COSTA, L.R.F. Considerações sobre as macrounidades geomorfológicas do estado de Minas Gerais – Brasil. *William Morris Davis - Revista de Geomorfologia*, v.2, n.1, p. 1-9, 2021.

CPRM, SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Carta Geológica: Folha Santa Fé de Minas (SE-23-V-B-VI). Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 2002a. Escala 1:100.000.

CPRM, SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. *Carta Geológica Folha Serra do Jatobá (SE-23-V.B.III)*. Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 2002b. Escala 1:100.000.

CPRM, SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL; CODEMIG, COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. *Mapa geológico do estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: CPRM, 2014. Escala 1:1.000.000.

CUNHA, C.M.L.; QUEIROZ, D.S. A Cartografia Geomorfológica de Detalhe: Uma Proposta visando a Multidisciplinaridade. *Revista CLIMEP*, Rio Claro, vol. 7, n.º. 1-2, p. 22-45, 2012.

DE BIASI, M. *Cartas de declividade: confecção e utilização*. Geomorfologia. São Paulo: n. 21, p. 8-13, 1970.

DE BIASI, M. A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n.6, p. 45-60, 1992.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Norte de Minas Gerais; área de atuação da SUDENE*. Recife, EMBRAPA/SN LCS—SUDENE/DRN, 1979.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5ª ed. – Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 356p.

FEAM, FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. *Mapa de solos de Minas Gerais: legenda expandida*. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente/UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010. 49 p.

GUERRA, A.J.T. Geomorfologia e Planejamento Ambiental – Conceitos e Aplicações. *Revista de Geografia*, Recife, v. 35, n. 4 (especial XII SINAGEO), p. 269- 287, 2018.

HUBP, J.I.L. *Elementos de Geomorfologia Aplicada (Metodos Cartograficos)*. México D.F.: Universidad Nacional Autonoma de México, 1988.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Manual técnico de geomorfologia*. Rio de Janeiro: 2ª ed. IBGE, 2009. 182 p.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *1º Workshop Sobre o Sistema Brasileiro de Classificação de Relevo*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INPE, INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Adamantina, São Paulo*. São José dos Campos: INPE, 2021. 1 imagem de satélite, color. Satélite CBERS 4A. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>. Acesso em: 11 jun. 2021.



MELO, D.R. *Evolução das Veredas sob Impactos Ambientais nos Geossistemas Planaltos de Buritizeiro/MG*. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2008.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO, Diretoria de Serviços Geográficos. Cartas Topográficas: Folhas Ibiaí (SE-23-X-A-IV), Serra do Jatobá (SE-23-V-D-III), Pirapora (SE-23-X-C-I) e Santa Fé de Minas (SE-23-V-B-VI). Departamento de Serviço Geográfico, Belo Horizonte, 1973. Escala 1:100.000.

MURRAY, A.B., LAZARUS, E., ASHTON, A., BAAS, A., COCO, G., COULTHARD, T., FONSTAD, M., HAFF, P., MCNAMARA, P., PAOLA, C., PELLETIER, J., REINHARDT, L. Geomorphology, complexity, and the emerging science of the Earth's surface. *Geomorphology*, v. 103, n. 3, p. 496-505, 2009.

NOGUEIRA, T.; JUNIOR, J.F.P.; RODRIGUES, S.C. Compartimentação morfológica com base em dados SRTM: estudo de caso bacia do rio Uberabinha, Uberlândia-MG. *Revista Geografia Acadêmica*, v. 2, n. 2, p. 154-169, 2008.

OLIVEIRA, M.D.N. *Susceptibilidade potencial à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia – Buritizeiro, MG* [manuscrito]: uma análise geográfica com ênfase na geomorfologia. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGEO, 2018.

RODRIGUES, H.S.M.C.; CASTRO, S.S. Avaliação da expansão recente da cana-de-açúcar em solos frágeis na microrregião Vale do Rio dos Bois, Go. In.: CASTRO, S.S.; HERNANI, L.C. (eds.). *Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade*. Brasília, BF: Embrapa, p. 271-292, 2015.

ROSS, J.L.S. *Geomorfologia, Ambiente e Planejamento*. São Paulo: Ed. Contexto, 1990.

ROSS, J.L.S. O registro cartográfico dos Fatos Geomórficos e a questão da Taxonomia do Relevô. *Revista do Departamento de Geografia - FFLCH-USP*, São Paulo, n. 6, p. 17-29, 1992.

SATO, S.E.; LUPINACCI, C.M. Mapeamento geomorfológico de detalhe. In.: SIMON, A.L.H.; LUPINACCI, C.M. (orgs.). *A cartografia geomorfológica como instrumento para o planejamento*. Pelotas, Ed da UFPel, p. 13-21, 2019.

SILVA, I.A.S. Natureza em movimento: investigações desenvolvidas por Dirce Suertegaray para estudos sobre arenização. *Revista Cerrados*, Montes Claros, v. 18, n. 1, p. 331-351, 2020.

SILVA, M.L. Mapeamento de superfícies aplainadas no norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 09, n. 02, p. 526-545, 2016.

SILVA, M.M.; LUPINACCI, C.M. Análise de variáveis morfométricas da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista- Corumbataí (SP): subsídios ao planejamento ambiental de paisagem rural em escala de detalhe. *Geografia*, Rio Claro-SP, v. 46, n. 1, p. 1-24, 2021.

SILVEIRA, A.; LUPINACCI, C. M. Contribuições da cartografia geomorfológica de detalhe para o planejamento urbano In: SIMON. A. L. H.; LUPINACCI, C. M. (Orgs.). *A cartografia geomorfológica como instrumento para o planejamento*. Pelotas, Ed. da UFPel, p. 80-96, 2019. 172.

SILVEIRA, A.; SILVEIRA, P.B.; LUPINACCI, C.M. Análise morfométrica em bacia hidrográfica: instrumento para o planejamento ambiental. In: FIGUEIRÓ, A.S.; DI MAURO, C.A. (Orgs.). *Governança da água: das políticas públicas à gestão de conflitos*. 1ª ed. Campina Grande: EPTEC, v. 1, p. 76-88, 2020.

SOUZA, F.C.R. de. Condicionantes naturais e antropogênicas dos processos erosivos na bacia do rio do Formoso em Buritizeiro (MG). *Revista Cerrados*, [S. l.], v. 7, n. 01, p. 63–78, 2009.

SOUZA, T.A.; ANDRADE, R.V.; LUPINACCI, C.M. Análise Geomorfológica da Transição Cuestas-Depressão Periférica: A Alta Bacia do Rio Passa Cinco (SP) como estudo de caso. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 02, p. 465-486, 2020.

STEFANUTO, E.B. *Morfoestruturas e processos evolutivos na faixa de transição cuesta-depressão periférica - Região de Analândia (SP)*. 2016. 49 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro - SP, 2016.

STEFANUTO, E.B.; LUPINACCI, C.M. Características morfoestruturais do relevo em setor de cuestas: um estudo em Analândia (SP). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 09, n. 04, p. 1197-1211, 2016.

TRINDADE, W.M. *Condicionantes litoestruturais da origem e desenvolvimento de processos erosivos e arenização na bacia do Rio do Formoso – Buritizeiro/MG*. Monografia (Conclusão de Curso em Geografia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Pirapora, 2007.

VENTURI, L.A.B. Técnicas e a observação na pesquisa. In. VENTURI, L. A. B. (org). *Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula*. São Paulo: Editora Sarandi, 2011.

VIANA, V.M.F.C. *Estudo geológico ambiental das veredas do Rio do Formoso no município de Buritizeiro, Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2006.