

ASPECTOS MORFOGRÁFICOS, MORFOMÉTRICOS E DE COBERTURA E USO DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI, MINAS GERAIS, BRASIL

Rafael Mendes Rosa

Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

E-mail: rafaelmendesr@hotmail.com

Vanderlei de Oliveira Ferreira

Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

E-mail: vanderlei.ferreira@ufu.br

Resumo

O presente artigo possui o intuito de identificar correlações entre as características morfográficas, morfométricas e a cobertura e uso da terra em sub-bacias pertencentes à bacia hidrográfica do rio Araguari. Essa bacia, situada no estado de Minas Gerais, apresenta 18 sub-bacias definidas pelo Comitê de Bacia Hidrográfica para a gestão dos recursos hídricos, inseridas, total ou parcialmente, no contexto de dois domínios morfoestruturais predominantes: Cinturões Móveis Neoproterozóicos e Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas. A partir da confecção de mapas temáticos e análise das características qualitativas (morfografia) e quantitativas (morfometria) do relevo foi possível identificar que as sub-bacias que possuem índice de rugosidade médio (entre 0,3 e 0,7) e alto (acima de 0,7), situadas em no Cinturão Móvel, apresentam pastagem como classe de uso da terra dominante, ao passo que naquelas que apresentam índice de rugosidade baixo (entre 0,0 e 0,3) e um modelado de relevo aplanado, em contexto de Bacia Sedimentar, as culturas temporárias predominam, como a soja. Dessa forma, espera-se contribuir com informações que podem ser utilizadas em futuros diagnósticos e na proposição de diretrizes voltadas ao planejamento e gestão territorial. Além disso, pode-se estimular a aplicação de levantamentos similares em outras bacias hidrográficas.

Palavras-chave: morfografia, morfometria, uso da terra, bacia do rio Araguari.

MORPHOGRAPHIC, MORPHOMETRIC AND LAND COVERAGE AND USE ASPECTS OF THE ARAGUARI RIVER HYDROGRAPHIC BASIN, MINAS GERAIS, BRAZIL

Abstract

This article aims to identify correlations between morphographic and morphometric characteristics and land cover and use in sub-basins belonging to the Araguari river basin. This basin, located in the state of Minas Gerais, has 18 sub-basins defined by the Hydrographic Basin Committee for the management of water resources, inserted, totally or partially, in the context of two predominant morphostructural domains: Neoproterozoic Mobile Belts and Basins and Sedimentary Covers Phanerozoic. From the making of thematic maps and analysis of the qualitative (morphography) and quantitative (morphometry) characteristics of the relief, it was possible to identify that the sub-basins that have an average roughness index (between 0.3 and 0.7) and high (above of 0.7), located in the Mobile Belt, have pasture as the dominant land use class, while in those with a low roughness index (between 0.0 and 0.3) and a flat relief pattern, in In the context of the Sedimentary Basin, temporary crops predominate, such as soybeans. In this way, it is expected to contribute with information that can be used in future diagnoses and in the proposition of guidelines aimed at territorial planning and management. In addition, the application of similar surveys in other river basins can be encouraged.

Keywords: morphography, morphometry, land use, Araguari river basin.

ASPECTOS MORFOGRÁFICOS, MORFOMÉTRICOS Y DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ARAGUARI, MINAS GERAIS, BRASIL

Resumen

Este artículo tiene como objetivo identificar correlaciones entre las características morfográficas y morfométricas y la cobertura y uso del suelo en las subcuencas pertenecientes a la cuenca del río Araguari. Esta cuenca, ubicada en el estado de Minas Gerais, posee 18 subcuencas definidas por el Comité de Cuenca Hidrográfica para la gestión de los recursos hídricos, insertas, total o parcialmente, en el contexto de dos dominios morfoestructurales predominantes: Fajas y Cuencas Móviles Neoproterozoicas y Cubiertas sedimentarias Fanerozoicas. A partir de la elaboración de mapas temáticos y del análisis de las características cualitativas (morfografía) y cuantitativas (morfometría) del relieve, se pudo identificar que las subcuencas que presentan un índice de rugosidad medio (entre 0,3 y 0,7) y alto (superior a de 0.7), ubicados en el Cinturón Móvil, tienen al pasto como clase de uso de suelo dominante, mientras que en aquellos con un índice de rugosidad bajo (entre 0.0 y 0.3) y un patrón de relieve plano, en el contexto de la Cuenca Sedimentaria, los cultivos temporales predominan, como la soja. De esta forma, se espera contribuir con información que pueda ser utilizada en futuros diagnósticos y en la proposición de lineamientos encaminados a la planificación y gestión territorial. Además, se puede fomentar la aplicación de encuestas similares en otras cuencas fluviales.

Palabras-clave: morfografía, morfometría, uso del suelo, cuenca del río Araguari.

Introdução

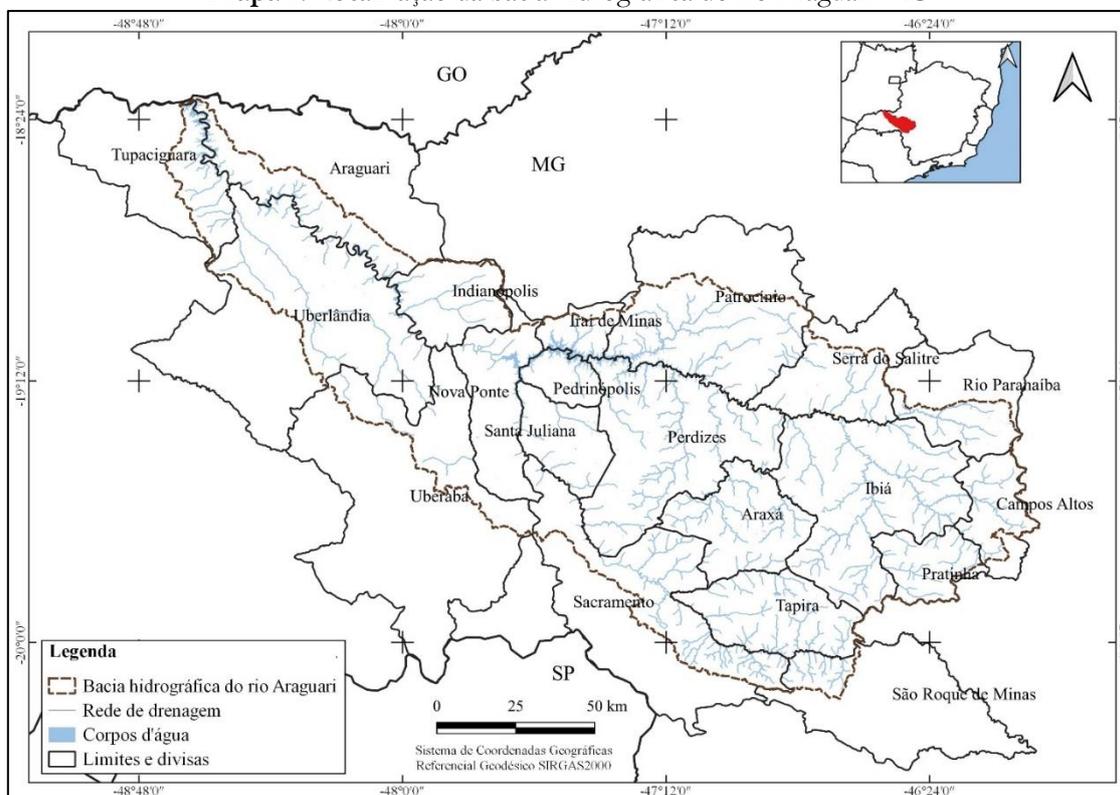
O uso da terra está diretamente relacionado com as características do relevo de uma unidade territorial, pois o mesmo impõe limites e restrições à ocupação antrópica. Outras condições naturais e socioeconômicas também interferem na presença de determinados usos da terra, mas como os componentes da paisagem (litologia, relevo, clima, vegetação etc.) estão integrados, o relevo corresponde a uma variável importante de aptidão e limite, o que determina e reflete na organização do território. No âmbito de uma análise mais ampla e integrada, admite-se a concepção de Bertrand (2004) que a paisagem é o resultado da combinação de elementos físicos, biológicos e antrópicos, sendo o relevo um “potencial ecológico”.

Cassetti (2005) analisa a metodologia de Ab’Saber (1969) e conclui que a apropriação do relevo, seja como suporte ou como recurso, conduz transformações que se iniciam na subtração da cobertura vegetal. Com a ampla ocupação antrópica do Domínio dos Cerrados (AB’SABER, 2012) ao longo das últimas décadas, o que resta praticamente de cobertura vegetal nativa são áreas legalmente protegidas. Porções que restringem agricultura mecanizada, como áreas com declividade mais acentuada, podem apresentar vegetação nativa, embora possam ser ocupadas por outras atividades compatíveis com o relevo.

Nesse contexto, é importante analisar como as classes de cobertura e uso da terra de uma bacia hidrográfica se encontram organizadas em relação às condições morfológicas (informações qualitativas do relevo) e morfométricas (informações quantitativas do relevo). Dessa forma, no presente artigo optou-se em analisar essa relação nas 18 sub-bacias pertencentes à bacia hidrográfica do rio Araguari, situada no estado de Minas Gerais.

Trata-se de uma bacia hidrográfica que drena para a bacia federal do rio Paranaíba, sendo uma importante Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Minas Gerais (UPGRH PN2). Essa bacia possui uma área de 22.030,56 km² e abrange total ou parcialmente 20 municípios. O Mapa 1 contempla a localização da área de estudo.

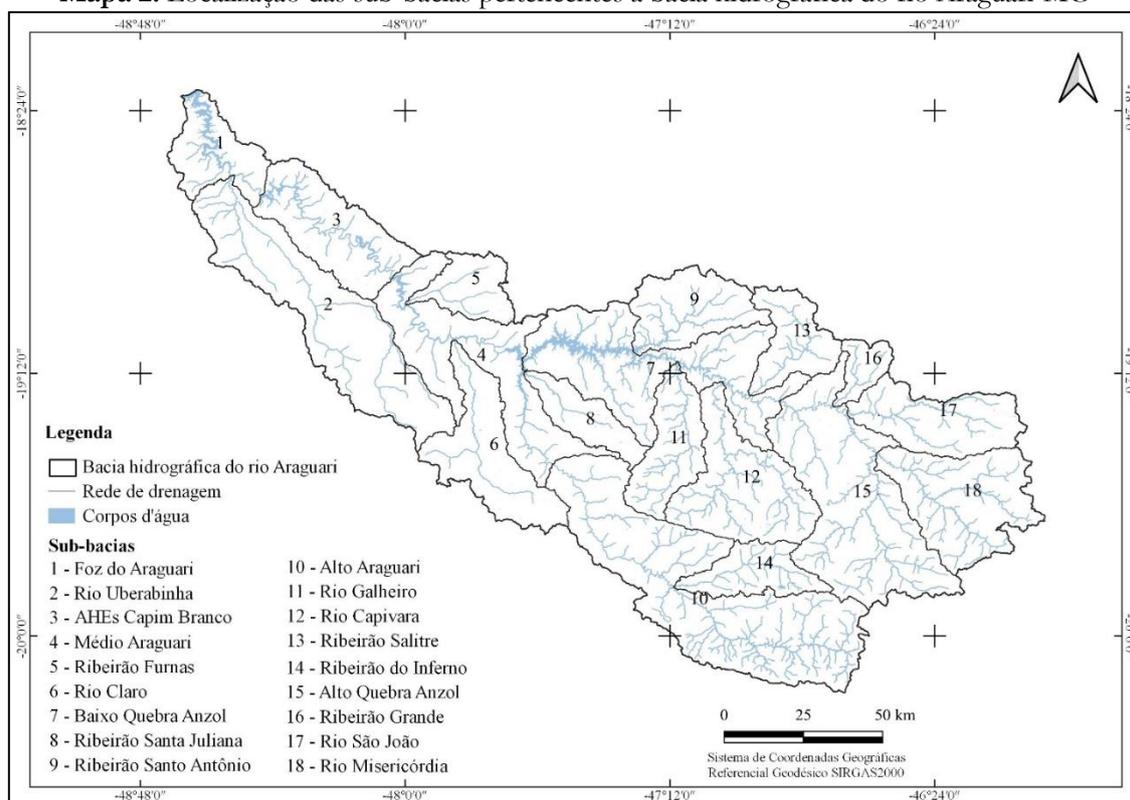
Mapa 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Araguari-MG



Fonte: Elaborado pelos autores

Além do Mapa 1 convém apresentar a localização das 18 sub-bacias pertencentes à bacia hidrográfica do Araguari (Mapa 2) por serem efetivamente as porções de análise morfológica e morfométrica aqui proposta. A delimitação dessas sub-bacias corresponde à definição adotada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica da UPGRH PN2.

Mapa 2. Localização das sub-bacias pertencentes à bacia hidrográfica do rio Araguari-MG



Fonte: Elaborado pelos autores

A partir dos resultados do presente artigo espera-se contribuir com os gestores da UPGRH PN2 com informações a respeito de particularidades físico-geográficas de cada sub-bacia. Além disso, pode-se indicar futuras diretrizes de planejamento e gestão territorial, especialmente no que se refere às revisões do Plano Diretor de Recursos Hídricos a partir de uma base de dados que evidenciam diferenças morfológicas, morfométricas e de cobertura e uso da terra, que estão diretamente relacionadas com os dados quali-quantitativos das águas superficiais e subterrâneas.

Metodologia

A caracterização morfológica e morfométrica das sub-bacias pertencentes à bacia hidrográfica do rio Araguari e sua correlação com a cobertura e uso da terra foi realizada a partir de quatro etapas: 1) descrição das informações morfológicas, precedida pela caracterização das unidades geológicas, seguida das condições qualitativas do relevo (modelados, formas de topo e compartimentação do relevo); 2) levantamento morfométrico, como hipsometria, declividade, além de dados quantitativos (fator forma, índice de

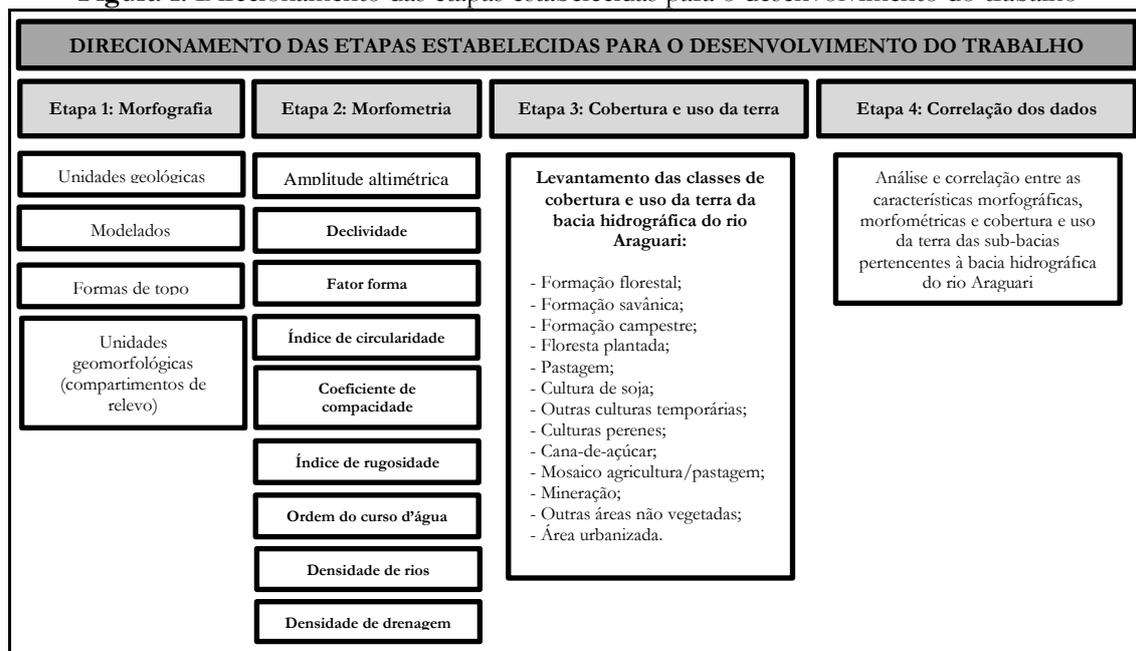
circularidade, densidade de drenagem etc.); 3) obtenção das classes de cobertura e uso da terra; 4) análise dos dados para cada sub-bacia, estabelecendo relações entre as características morfográficas, morfométricas e as classes de uso da terra mais significativas.

Os termos “modelado”, “formas de topo” e “compartimentação do relevo”, descritos na etapa 1, são ordens de grandeza em mapas geomorfológicos elaborados a partir da metodologia do IBGE (2009). O “modelado” corresponde a um padrão de formas de relevo definido pela gênese comum dos processos morfogenéticos atuantes. Há quatro tipos de modelados: acumulação, aplanamento, dissolução ou dissecação. As “formas de topo” compreendem as formas resultantes de variáveis como densidade e aprofundamento de drenagem, como formas convexas, tabulares ou aguçadas (IBGE, 2009).

Os “compartimentos de relevo” (ou “unidades geomorfológicas”) representam o terceiro nível taxonômico do mapeamento, definidos por um arranjo de formas semelhantes, em diversos tipos de “modelados” (IBGE, 2009). Resumindo a condição dos termos utilizados, os “modelados”, com suas respectivas “formas de topo” fazem parte de “compartimentos de relevo” (planaltos, chapadas, depressões etc.).

Convém ressaltar que os arquivos vetoriais e imagens foram adquiridos gratuitamente e o *software* utilizado para confecção dos mapas é o QGIS 3.4.13 *with* GRASS 7.6.1 (código livre e aberto). A Figura 1 contempla o direcionamento das etapas do trabalho.

Figura 1. Direcionamento das etapas estabelecidas para o desenvolvimento do trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores

Para a obtenção das informações, confecção dos mapas e análise dos dados foram adquiridos e consultados arquivos vetoriais, imagens e publicações disponíveis gratuitamente em endereços eletrônicos oficiais. De posse desses materiais, parte significativa do trabalho foi desenvolvida no QGIS 3.4.13 *with* GRASS 7.6.1, não apenas para elaboração do *layout* dos mapas, mas também para consulta das informações das tabelas de atributos dos *shapefiles* e cálculos diversos. Os detalhes dos procedimentos estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Formas de obtenção das informações morfográficas, morfométricas e cobertura e uso da terra

Morfografia	Geologia	Unidades geológicas (condição básica do diagnóstico morfográfico) (IBGE, 2019)	As unidades geológicas foram obtidas por meio do arquivo vetorial de geologia do IBGE (2019), escala 1:250.000. Mediante recorte do vetor no QGIS 3.4.13 <i>with</i> GRASS 7.6.1 foi possível confeccionar o mapa e extrair as unidades da tabela de atributos. O código de cores RGB de Pellé (2012) foi utilizado como base para a representação litoestratigráfica.	
	Condições do relevo	Modelados, formas e compartimentos de relevo (IBGE, 2019)	As informações dos modelados, formas e compartimentos de relevo (unidades geomorfológicas foram adquiridas pelo arquivo vetorial de geomorfologia do IBGE (2019), escala 1:250.000, a partir do recorte do referido <i>shapefile</i> no QGIS 3.4.13 <i>with</i> GRASS 7.6.1. Com a obtenção do vetor recortado foi possível indicar os modelados, formas e compartimentos disponíveis na tabela de atributos. A compartimentação e as cores das unidades geomorfológicas baseou-se nos critérios do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009).	
Morfometria	Relevo	Amplitude altimétrica (STRAHLER, 1952)	A amplitude altimétrica baseou-se no Modelo Digital de Elevação (MDE) das imagens <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> (SRTM) do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2019), resolução espacial de 30 m. Com o recorte do mosaico de imagens das sub-bacias no QGIS 3.4.13 <i>with</i> GRASS 7.6.1 foi possível identificar a amplitude altimétrica nas propriedades das imagens SRTM. O mapa de hipsometria da bacia do rio Araguari também foi confeccionado por esse MDE.	
		Declividade (MIRANDA, 2005; SANTOS et al., 2018)	O mapa de declividade foi confeccionado por meio do SRTM de Miranda (2005), disponibilizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), na ferramenta de declividade do QGIS 3.4.13 <i>with</i> GRASS 7.6.1. As classes foram definidas com base em Santos et al. (2018), que corresponde ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) da Embrapa.	
	Geometria	Área da bacia	O cálculo das áreas da bacia do rio Araguari e das sub-bacias hidrográficas foi realizado na tabela de atributos dos <i>shapefiles</i> no QGIS 3.4.13 <i>with</i> GRASS 7.6.1.	
		Perímetro da bacia	O cálculo do perímetro das sub-bacias hidrográficas foi realizado na tabela de atributos dos <i>shapefiles</i> no QGIS 3.4.13 <i>with</i> GRASS 7.6.1.	
		Comprimento axial da bacia (VILLELA; MATTOS, 1975)	O comprimento axial das sub-bacias foi obtido por meio da ferramenta de medição no QGIS 3.4.13 <i>with</i> GRASS 7.6.1.	
		Fator forma (VILLELA; MATTOS, 1975)	$Kf = \frac{A}{La^2}$ Onde: Kf = Fator forma A = Área da bacia La = Comprimento axial da bacia	Tendência a enchentes: < 0,50 – não sujeito a enchentes 0,50 a 0,75 – tendência mediana 0,75 a 1,00 – sujeito a enchentes
		Índice de circularidade (MÜLLER, 1953)	$IC = \frac{12,57 \times A}{P^2}$ Onde: IC = Índice de circularidade A = Área da bacia P = Perímetro da bacia	Tendência a inundações: < 0,51 – favorece o escoamento > 0,51 – favorece a inundação
		Coefficiente de compacidade (VILLELA; MATTOS, 1975)	$Kc = \frac{0,28 \times P}{\sqrt{A}}$ Onde: Kc = Coeficiente de compacidade P = Perímetro da bacia A = Área da bacia	Propensão a enchentes: 1,0 a 1,25 – alta 1,25 a 1,50 – média > 1,50 – baixa
		Índice de rugosidade (MELTON, 1957)	$Ir = Hm \times Dd$ Onde: Ir = Índice de rugosidade Hm = Amplitude altimétrica Dd = Densidade de drenagem	Inclinação geral das vertentes: 0,0 a 0,3 – baixa 0,3 a 0,7 – média > 0,7 – alta
		Rede de dren	Padrão de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1974)	O padrão de drenagem de cada sub-bacia foi definido com base nas definições Christofoletti (1974), sendo os principais denominados de dendrítico, treliça, retangular, paralela, radial e anelar.

	Comprimento do rio principal	O cálculo do comprimento dos rios principais de cada sub-bacia foi realizado na tabela de atributos dos arquivos vetoriais da rede de drenagem (IGAM, 2012) no <i>software</i> QGIS 3.4.13 <i>with</i> GRASS 7.6.1.
	Ordem do curso d'água principal (STRAHLER, 1952)	A ordem do curso d'água principal advém da informação disponível na tabela de atributos do arquivo vetorial da rede de drenagem do estado de Minas Gerais do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2012), escala 1:100.000.
	Quantidade de canais de 1ª ordem (HORTON, 1945)	A quantidade de canais de 1ª ordem foi contabilizado na tabela de atributos do <i>shapefile</i> da rede de drenagem (IGAM, 2012).
	Comprimento dos canais de drenagem (HORTON, 1945)	O cálculo do comprimento dos canais de drenagem de cada sub-bacia hidrográfica foi realizado na tabela de atributos dos arquivos vetoriais no <i>software</i> QGIS 3.4.13 <i>with</i> GRASS 7.6.1.
	Densidade de rios (HORTON, 1945)	$Dr = \frac{N}{A}$ <p>Onde: Dr = Densidade de rios N = Número de canais de 1ª ordem A = Área da bacia</p> <p>Tendência a formação de canais: < 0,5 canais/km² – baixa 0,5 a 1,0 canais/km² – média 1,0 a 1,5 canais/km² – alta > 1,5 canais/km² – muito alta</p>
	Densidade de drenagem (HORTON, 1945)	$Dd = \frac{L}{A}$ <p>Onde: Dd = Densidade de drenagem L = Comprimentos dos canais A = Área da bacia</p> <p>Densidade de drenagem: < 0,50 km/km² – baixa 0,50 – 2,0 km/km² – média 2,0 a 3,5 km/km² – alta > 3,50 km/km² – muito alta</p>
Cobertura e uso da terra (MAPBIOMAS, 2019)	A cobertura e uso da terra foi obtida pelo arquivo <i>raster</i> do MapBiomas (2019) de Minas Gerais, referente ao ano de 2019. Ressalta-se que para a composição do arquivo <i>raster</i> o projeto MapBiomas utilizou imagens <i>Landsat</i> 8, resolução espacial de 30 m. De posse do arquivo realizou-se o recorte da imagem com a ferramenta 'recortar <i>raster</i> pela camada de máscara' do QGIS 3.4.13 <i>with</i> GRASS 7.6.1. Em seguida, a imagem <i>raster</i> foi convertida para vetor, sendo inseridas as classes de cobertura e uso da terra na tabela atributos do <i>shapefile</i> . Os códigos estão em conformidade com a numeração dos <i>pixels</i> da imagem <i>raster</i> do MapBiomas, que quando convertida para vetor essa informação é transferida para a tabela de atributos. Os códigos das classes de cobertura e uso da terra estão na Coleção 5, disponível no endereço eletrônico do projeto MapBiomas. As cores das classes foram baseadas no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).	

Fonte: Elaborado pelos autores

Resultados e Discussão

Caracterização morfológica

A bacia hidrográfica do rio Araguari está inserida predominantemente em dois domínios morfoestruturais: Cinturões Móveis Neoproterozóicos e Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas. O primeiro corresponde ao Orógeno Brasília, composto por rochas metamórficas do Neoproterozóico, e o segundo abrange a Bacia Sedimentar do Paraná, de idade Fanerozóica, porém, especialmente na área de estudo, as rochas da Bacia Sedimentar formaram-se no Mesozoico, período Cretáceo (SEER; MORAIS, 2017). Ressalta-se que, de modo bastante restrito, há unidades geológicas da Bacia Sedimentar do São Francisco constituídas de rochas sedimentares do Neoproterozóico (Grupo Bambuí) e também do Cretáceo (Grupos Areado e Mata da Corda). Além disso, o arquivo vetorial de geologia do IBGE (2019) demonstra que há um trecho no vale do rio Araguari, na sub-bacia 3 (AHes Capim Branco), de rochas metamórficas do Paleoproterozóico (denominada de Suíte Jurubatuba), embasamento formado anterior ao Orógeno Brasília.

O Órógeno Brasília constitui terrenos oriundos de colisões de arcos intraoceânicos e sistemas de *nappes* durante evento colisional no Neoproterozóico entre as paleoplacas do São Francisco, Paranapanema e da Amazônia (SEER; MORAIS, 2017). As principais litologias que constituem os terrenos e *nappes* na bacia do rio Araguari correspondem às rochas dos Grupos Canastra (quartzitos, filitos etc.), Araxá (micaxistos) e Ibiá (xistos diversos). Há também na bacia, em menor extensão, rochas do Grupo Bambuí (quartzitos, siltitos etc.). Além disso, na área de estudo outras litologias menos representativas podem ser encontradas nesse contexto de Cinturão Móvel (Suíte Quebra Anzol, Grupo Paranoá e Granitos Tipo Ipameri), compostas de rochas metamórficas ou ígneas intrusivas.

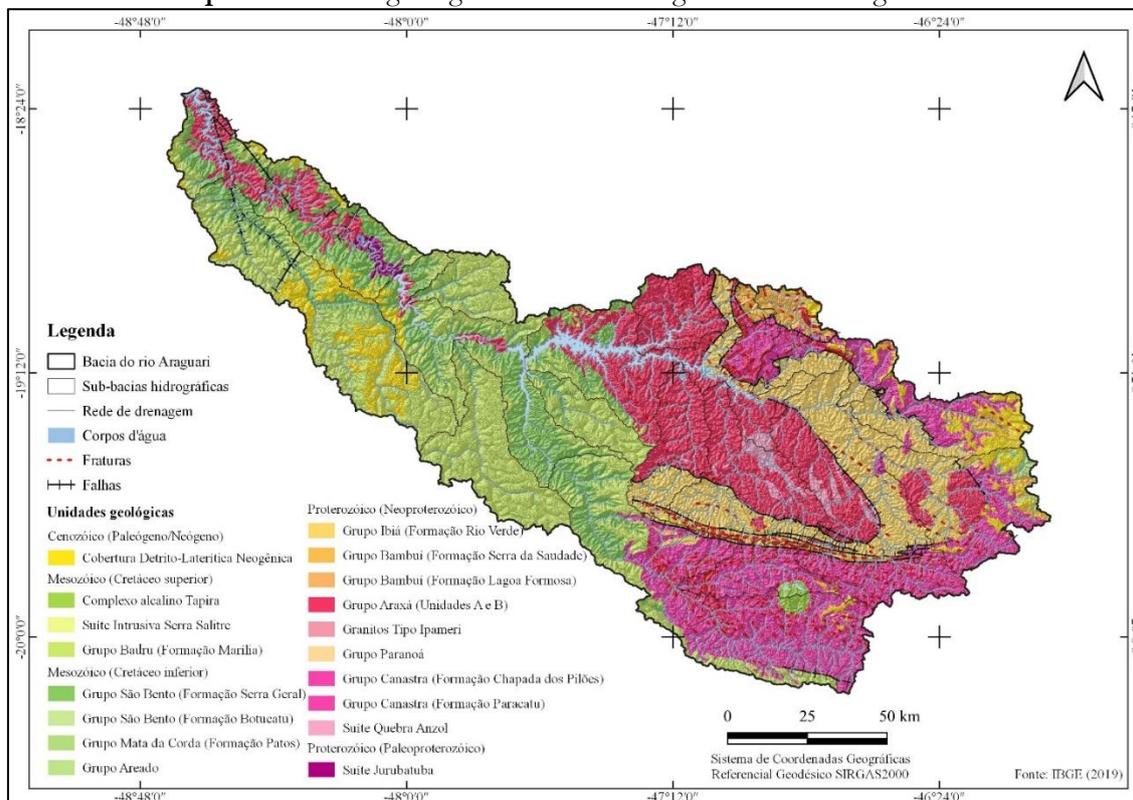
A Bacia Sedimentar do Paraná, ativa no Fanerozóico até o período Cretáceo, corresponde a uma ampla região sedimentar encontrada no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai (SEER; MORAIS, 2017). A bacia hidrográfica do rio Araguari situa-se na porção nordeste da referida Bacia Sedimentar, sendo encontradas basicamente rochas do Cretáceo, como os arenitos do Grupo Bauru e os basaltos da Formação Serra Geral (Grupo São Bento). A Formação Serra Geral é oriunda de repetidos derrames de lava por fissura que encobriram praticamente toda a Bacia Sedimentar do Paraná. Entre um derrame e outro ocorreram deposições da Formação Botucatu, que constituem os arenitos intertrapeanos originados no Cretáceo inferior. Já no Cretáceo superior, quando não havia mais derrames basálticos depositaram-se os sedimentos que deram origem à Formação Marília (Grupo Bauru). Com o encerramento dessa deposição, durante o Paleógeno e o Neógeno (Cenozóico) formaram-se coberturas detrítico-lateríticas, encontradas nas áreas de topografia mais elevadas. Essas coberturas são compostas em grande parte por detritos e lateritas que contribuem na sustentação das chapadas, além de sedimentos inconsolidados (PACHECO et al., 2017).

As sub-bacias 1 (Foz do Araguari) e 3 (AHÉs Capim Branco) possuem ocorrências percentuais semelhantes de rochas sobrejacentes dos dois contextos (Neoproterozóico/Arqueano e Cretáceo). O vale do rio Araguari nessas duas sub-bacias exumou as rochas Pré-Cambrianas. Tal processo de erosão fluvial não foi capaz de retirar as rochas do Cretáceo, que se mantiveram nas porções mais elevadas. Nas sub-bacias 2 (Rio Uberabinha), 4 (Médio Araguari) e 5 (Ribeirão Furnas) também são encontradas rochas do Pré-Cambriano e do Cretáceo, mas os afloramentos referentes ao Órógeno Brasília são restritos. As sub-bacias 6 (Rio Claro) e 8 (Ribeirão Santa Juliana) estão totalmente inseridas na Bacia Sedimentar do Paraná. Já as bacias 7 (Baixo Quebra Anzol) e 10 (Alto Araguari)

também apresentam áreas com rochas sobrejacentes do Pré-Cambriano e do Cretáceo, porém com predomínio das metamórficas do Orógeno Brasília. Por fim, as demais sub-bacias (9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18) se encontram no domínio do Cinturão Móvel Neoproterozóico (Orógeno Brasília).

Essas características expressam que aquelas sub-bacias situadas, em grande parte, na Bacia Sedimentar apresentam, de modo geral, relevos aplanados (declividade baixa). Já as sub-bacias que se encontram total ou parcialmente no Orógeno Brasília possuem relevos com maior ondulação. Tais contextos condicionam as variáveis morfográficas e morfométricas e, conseqüentemente, o uso da terra. O Mapa 1 apresenta a espacialização das unidades geológicas. Para facilitar a visualização, ressalta-se que as cores adotadas para padronizar o mapa indicam que as porções com tons avermelhados correspondem às rochas do Pré-Cambriano (Orógeno Brasília) e aquelas de coloração esverdeada formaram-se no Cretáceo (Bacia Sedimentar). As demais porções, que incluem rochas sedimentares dos Grupos Bambuí, Areado e Mata da Corda e também as metamórficas do embasamento anterior ao Orógeno Brasília ocupam extensões horizontais pouco significativas.

Mapa 3. Unidades geológicas da bacia hidrográfica do rio Araguari-MG



Fonte: Elaborado pelos autores

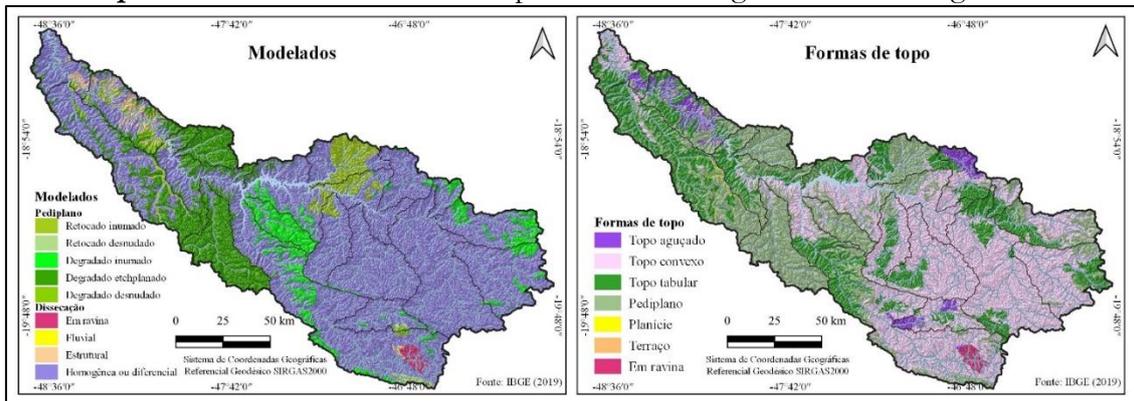
Com base no IBGE (2009 e 2019), a área de estudo apresenta dois modelados: de aplanamento e de dissecação. Dentre os modelados de aplanamento da bacia, são predominantes os pediplanos degradados etchplanados, que ocupam praticamente toda sub-bacia 5 (Ribeirão Furnas) e sub-bacia 6 (Rio Claro). Esse pediplano é uma superfície formada por uma cobertura de alteração por Latossolos e/ou couraças a partir de transformação geoquímica. Na sub-bacia 8 (Ribeirão Santa Juliana) o pediplano também é predominante, mas corresponde ao degradado inumado, que é parcialmente conservado, inumado por coberturas detríticas e/ou de alteração, também desenvolvidas em Latossolos (IBGE, 2009).

Outra sub-bacia em que o pediplano ocorre em grande parte é a 9 (Ribeirão Santo Antônio), porém corresponde ao retocado inumado, cujas características principais são determinadas pela conservação das propriedades de aplanamento após sucessivos processos de erosão (IBGE, 2009). Porções de pediplanos menos representativas são encontradas em outras sub-bacias, especialmente nas áreas com declividade menos acentuada, como em chapadas. Como exemplos temos a sub-bacia 2 (Rio Uberabinha), além de planaltos, como nas sub-bacias 17 (Rio São João) e 18 (Rio Misericórdia).

As demais áreas das sub-bacias, seja total ou parcialmente, são constituídas do modelado de dissecação, sendo a dissecação homogênea ou diferencial bastante representativa, que não apresenta um controle estrutural marcante, ocorrendo em litologias diversas, porém homogênea, o que induz a padrões de drenagem dendrítico como principal, mas também pode-se haver subparalelo e até sub-retangular (IBGE, 2009). As sub-bacias 1 (Foz do Araguari) e 3 (AHEs Capim Branco) possuem áreas de dissecação estrutural, marcadas por controle estrutural em rochas deformadas, o que indica áreas com vales e sulcos estruturais em rochas metamórficas.

Em relação às formas de topo, os pediplanos e topos tabulares se encontram mais associadas ao contexto da Bacia Sedimentar do Paraná, como as chapadas, embora essas superfícies aplanadas (formas de topo) também possam ser encontradas em planaltos do Orógeno Brasília. As sub-bacias 2 (Rio Uberabinha), 5 (Ribeirão Furnas) e 6 (Rio Claro) são aquelas que apresentam os topos mais aplanados, por serem constituídas de pediplanos e/ou topos tabulares. As porções de topos aguçados ou convexos estão associadas ao Orógeno Brasília, por apresentarem condições favoráveis de entalhamento mais acentuado dos vales e resistência das rochas metamórficas nos interflúvios. A espacialização dos modelados e das formas de topos podem ser observadas no Mapa 4.

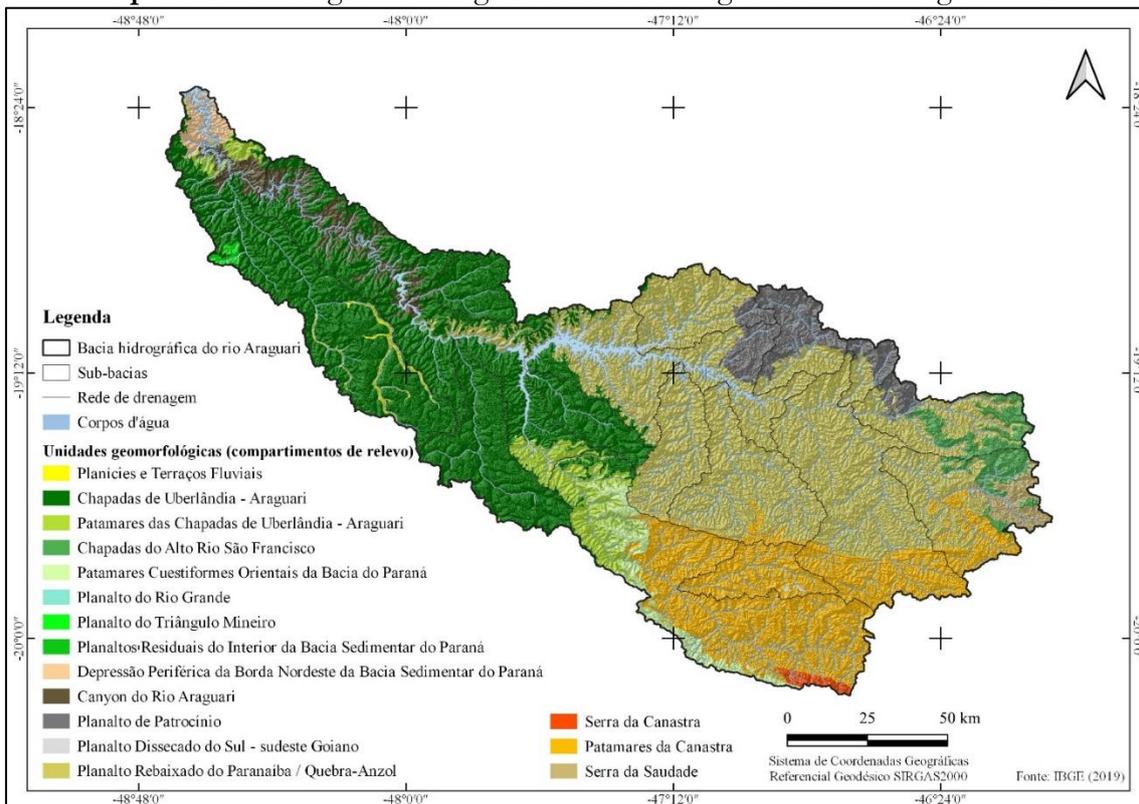
Mapa 4. Modelados e formas de topo da bacia hidrográfica do rio Araguari-MG



Fonte: Elaborado pelos autores

Para sintetizar as características morfológicas da área de estudo o Mapa 5 contempla as unidades geomorfológicas (compartimentos de relevo).

Mapa 5. Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Araguari-MG



Fonte: Elaborado pelos autores

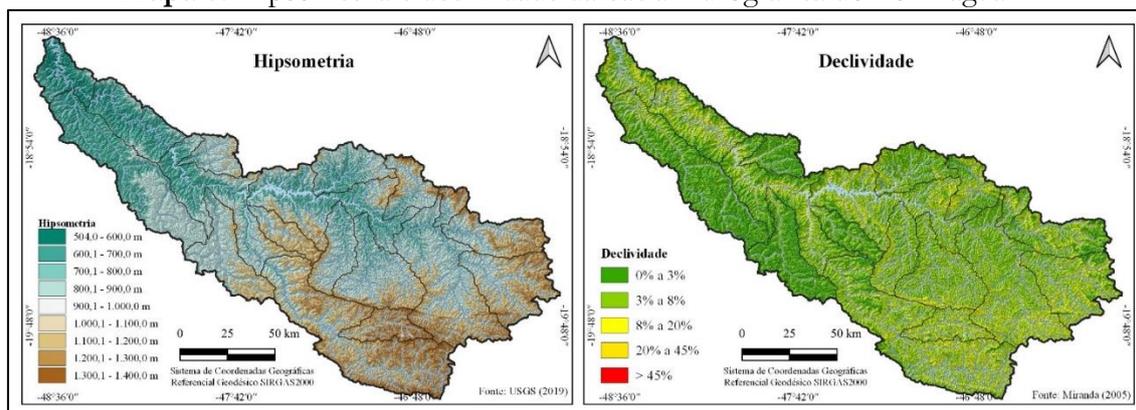
Observa-se no Mapa 5 que o contexto de Bacia Sedimentar abrange chapada e patamares. Nos Patamares das Chapadas de Uberlândia - Araguari as rochas se encontram em uma posição topográfica inferior às chapadas. O contexto do Orógeno Brasília apresenta planaltos de nomenclaturas variadas. Outros dois compartimentos, como as planícies e terraços fluviais na sub-bacia 2 (Rio Uberabinha) e depressão periférica na sub-bacia 1 (Foz do Araguari) são menos representativos.

Caracterização morfométrica

A amplitude altimétrica da bacia hidrográfica do rio Araguari é de 896 m, sendo que o ponto mais elevado é de 1.400 m de altitude, localizado na Serra da Canastra, e o ponto mais baixo é de 504 m, na foz do rio Araguari. Essa variável morfométrica (amplitude altimétrica) é utilizada para o estabelecimento do índice de rugosidade, que se for considerada a bacia como um todo esse índice é de 0,72. Tal resultado decorre do fato de que a amplitude altimétrica é de 896 m e a densidade de drenagem corresponde a 0,81 km/km². O valor obtido para o índice de rugosidade da bacia do rio Araguari, quando comparado às sub-bacias internas, não é superior apenas à sub-bacia 10 (Alto Araguari), que apresenta índice de rugosidade de 0,84, o que indica a presença de vertentes muito íngremes.

Considerando a declividade como um componente quantitativo a ser analisado, os maiores percentuais, que expressam relevos mais ondulados (8% a 45%) e até mesmo montanhosos e escarpados (> 45%) (SANTOS et al., 2018) se encontram em regiões do Orógeno Brasília e do Canyon do Araguari, que apresentam rochas metamórficas do Pré-Cambriano. Embora não sejam as classes de declividade predominantes nas sub-bacias do contexto do Orógeno Brasília, as porções com declividade superior a 20% (ondulado, montanhoso e escarpado) estão associadas aos quartzitos que sustentam paisagens como as da Serra da Canastra, com a presença de vertentes íngremes e escarpadas. Já as declividades menos acentuadas se fazem presentes nas chapadas, com o predomínio dos intervalos 0% a 3% (plano) e 3% a 8% (suave ondulado), mas eventualmente também apresentam áreas sob a classe 8% a 20% (ondulado). O Mapa 6 apresenta os resultados de hipsometria e declividade da bacia hidrográfica do rio Araguari.

Mapa 6. Hipsometria e declividade da bacia hidrográfica do rio Araguari.



Fonte: Elaborado pelos autores

A partir do cálculo do fator forma das sub-bacias, parâmetro que relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, percebe-se que todas as sub-bacias apresentaram índices inferiores a 0,50, o que indica que todas as sub-bacias não estão sujeitas a enchentes, se considerado apenas tal fator. Os resultados do índice de circularidade sugerem que todas as sub-bacias são mais alongadas que circulares e, por isso, tendem ao escoamento superficial (ou mesmo infiltração) em detrimento do acúmulo de água em superfície, ou seja, todos os índices se encontram abaixo de 0,51 devido a esse parâmetro partir do pressuposto que a forma circular favorece a inundação e a alongada o escoamento. Da mesma forma, o coeficiente de compacidade, índice que relaciona a forma da bacia a um círculo, apresentou baixa propensão a enchentes em todas as sub-bacias devido a todos os resultados serem superiores a 1,50.

Assim, do ponto de vista geométrico, de modo geral todas as sub-bacias não apresentam tendências a enchentes e inundações, independente do contexto morfoestrutural. É importante reforçar que esse resultado não significa que não possa haver enchentes e inundações em afluentes dos rios principais dessas sub-bacias, mas isso depende de uma avaliação detalhada das características dessas microbacias e também das condições de uso da terra. Conforme Andrade, Ferreira e Silva (2014), a microbacia do córrego São Pedro (afluente do rio Uberabinha), situada no perímetro urbano de Uberlândia, é um exemplo de área sob forte risco de inundação, considerando múltiplos fatores.

Dentre os parâmetros morfométricos relacionados à rede de drenagem, foram calculadas as densidades de rios e de drenagem. Os resultados da densidade de rios apontam que as sub-bacias 1 (Foz do Araguari), 2 (Rio Uberabinha), 3 (AHes Capim Branco), 4

(Médio Araguari), 5 (Ribeirão Furnas), 6 (Rio Claro), 8 (Ribeirão Santo Juliana), 9 (Ribeirão Santo Antônio), 13 (Ribeirão Salitre), 16 (Ribeirão Grande) e 17 (Rio São João) apresentam baixa densidade de rios (índice inferior a 0,5 canais/km²).

Observa-se que boa parte dessas sub-bacias está situada, total ou parcialmente, no contexto de Bacia Sedimentar, pois as rochas sedimentares favorecem a infiltração, sem formação significativa de canais de 1ª ordem. As sub-bacias 7 (Baixo Quebra Anzol), 11 (Rio Galheiro), 12 (Rio Capivara), 14 (Ribeirão do Inferno), 15 (Alto Quebra Anzol) e 18 (Rio Misericórdia) possuem densidade de rios média (índice entre 0,5 e 1,0 canais/km²).

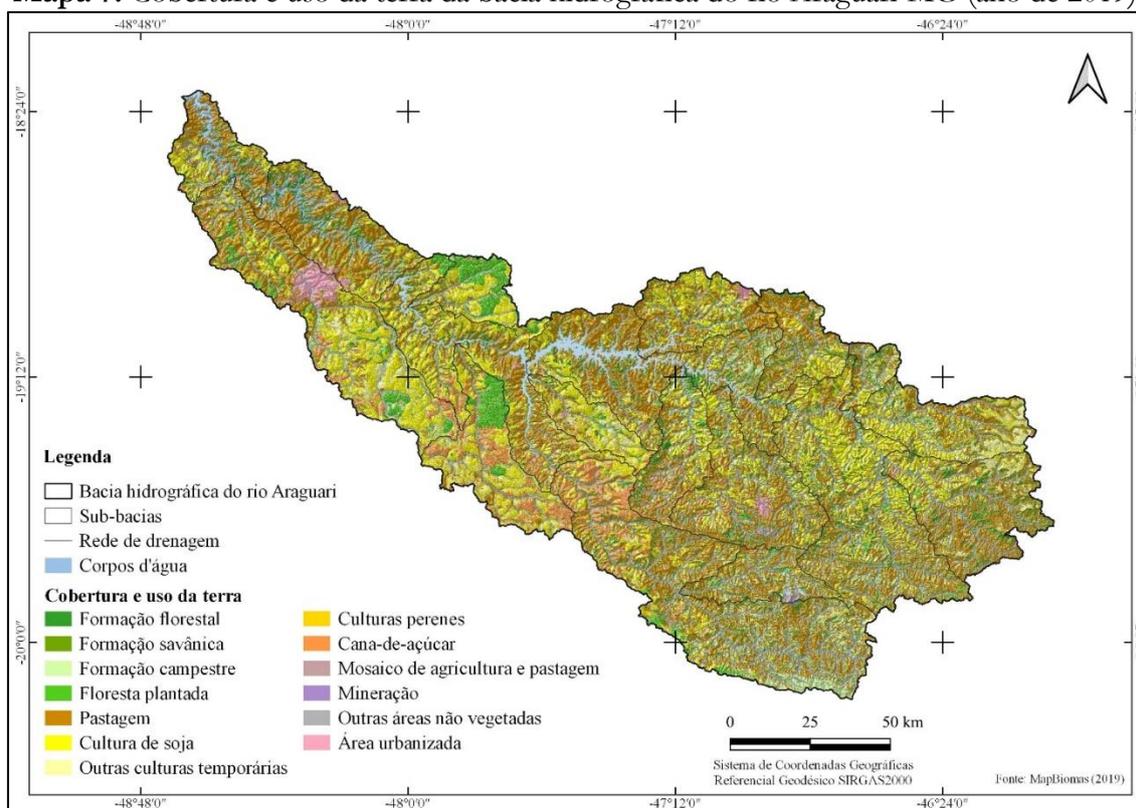
Somente a sub-bacia 10 (Alto Araguari) apresenta uma alta densidade de rios (índice entre 1,0 e 1,5 canais/km²). Trata-se de um resultado esperado devido a essas sub-bacias apresentarem rochas metamórficas do Cinturão Móvel Neoproterozóico, cuja tendência é haver uma ramificação mais acentuada da rede de drenagem, favorecendo, de modo geral, o escoamento das águas superficiais pelos canais. Em relação à densidade de drenagem, todas as sub-bacias possuem índice entre 0,50 e 2,00 km/km² (média).

Por fim, ressalta-se que os dados completos dos parâmetros morfométricos estão apresentados no Quadro 2 (correlação dos dados).

Cobertura e uso da terra

A partir da imagem do projeto MapBiomas (2019), verifica-se que a bacia hidrográfica do rio Araguari possui 13 classes de cobertura e uso da terra, sendo três referentes à cobertura vegetal nativa (formações florestais, savânicas e campestres) e as demais produtos de ações antrópicas (pastagens, agricultura, mineração, áreas urbanizadas etc.). O Mapa 7 contempla a cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio Araguari.

Mapa 7. Cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio Araguari-MG (ano de 2019)



Fonte: Elaborado pelos autores

A ocupação das classes de cobertura e uso da terra da bacia do rio Araguari (da maior para menor) é a seguinte: pastagem (38,93%), soja (16,96%), formação florestal (12,96%), formação savânica (7,18%), outras culturas temporárias (6,59%), formação campestre (5,26%), cana-de-açúcar (3,91%), floresta plantada (3,18%), culturas perenes (1,23%), área urbanizada (0,97%), mosaico de agricultura e pastagem (0,51%), outras áreas não vegetadas (0,17%) e mineração (0,09%). O percentual restante (2,06%) corresponde aos corpos d'água (rios, reservatórios etc.).

As classes de cobertura e uso da terra predominantes nas sub-bacias 2 (Rio Uberabinha), 3 (AHEs Capim Branco), 7 (Baixo Quebra Anzol) e 12 (Rio Capivara) são pastagem e formação florestal. Nas sub-bacias 2 (Rio Uberabinha), 8 (Ribeirão Santa Juliana) e 17 (Rio São João), as culturas temporárias e pastagem ocupam a maior parte de suas terras, respectivamente. De modo oposto, a pastagem e as culturas temporárias (nessa ordem) ocorrem em maior percentual de ocupação nas sub-bacias 4 (Médio Araguari), 9 (Ribeirão Santo Antônio), 10 (Alto Araguari), 11 (Rio Galheiro), 13 (Ribeirão Salitre), 15 (Alto Quebra Anzol), 16 (Ribeirão Grande) e 18 (Rio Misericórdia). As sub-bacias 1 (Foz do Araguari) e

12 (Rio Capivara) são constituídas em sua maior parte de pastagem e formação florestal e a 14 (Ribeirão do Inferno) de pastagem e formação campestre. A sub-bacia 5 (Ribeirão Furnas) apresenta as classes de culturas temporárias e floresta plantada e a sub-bacia 6 (Rio Claro) possui culturas temporárias e cana-de-açúcar como as ocupações mais representativas.

Correlação dos dados

As características morfológicas, morfométricas e a apropriação do relevo para o desenvolvimento de atividades produtivas (uso da terra) da área de estudo apresenta uma correlação. Como a geologia possui papel importante na configuração do relevo, esse último, por sua vez, contribui para as ocorrências predominantes de determinadas classes de uso da terra. Assim, o Quadro 2 apresenta os resultados qualitativos (morfografia), quantitativos (morfometria) e de cobertura e uso da terra para se estabelecer a correlação dos dados.

Quadro 2. Características morfológicas, morfométricas e de uso da terra das sub-bacias.

Morfografia/morfometria/uso da terra			Sub-bacias hidrográficas		
			1	2	3
Morfografia	Geologia	Unidade(s) geológica(s) predominante(s)	Grupo Araxá	Formação Marília	Formação Serra Geral
	Feições	Modelado(s) predominante(s)	Dissecação homogênea ou diferencial	Dissecação homogênea ou diferencial	Dissecação homogênea e estrutural
		Forma(s) de topo predominante(s)	Topos convexo e tabular	Topo tabular	Pediaplano e topos tabular e aguçado
		Compartimento(s) predominante(s)	Depressão, Canyon e Chapada	Chapadas de Uberlândia - Araguari	Chapadas e Canyon do Araguari
Morfometria	Relevo	Amplitude altimétrica	442 m	486 m	446 m
		Declividade predominante	3% a 8%	3% a 8%	3% a 8%
	Geometria	Área da bacia hidrográfica	686,22 km ²	2.193,72 km ²	1.152,67 km ²
		Perímetro da bacia	176,89 km	385,46 km	215,09 km
		Comprimento axial da bacia	43,36 km	110,25 km	50,54 km
		Fator forma	0,36	0,18	0,45
		Índice de circularidade	0,27	0,18	0,31
		Coefficiente de compacidade	1,89	2,30	1,77
	Rede de drenagem	Índice de rugosidade	0,43	0,30	0,40
		Padrão de drenagem predominante	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico
		Comprimento do rio principal	76,72 km	152,60 km	111,43 km
		Ordem do curso d'água principal	4ª ordem (7ª considerando a drenagem à montante)	6ª ordem	5ª ordem (7ª considerando a drenagem à montante)
		Quantidade de canais de 1ª ordem	303	523	513
		Comprimento dos canais de drenagem	681,94 km	1.393,39 km	1.053,08 km
		Densidade de rios	0,44 canais/km ²	0,23 canais/km ²	0,44 canais/km ²

		Densidade de drenagem	0,99 km/km ²	0,63 km/km ²	0,91 km/km ²	
Classes de cobertura e uso da terra predominantes (MAPBIOMAS, 2019)			Pastagem e formação florestal	Culturas temporárias e pastagem	Pastagem e formação florestal	
Sub-bacias hidrográficas						
Morfografia/morfometria/uso da terra			4	5	6	
Morfografia	Geologia	Unidade(s) geológica(s) predominante(s)	Formação Serra Geral	Formação Marília	Formação Marília	
	Feições	Modelado(s) predominante(s)	Dissecação homogênea ou diferencial	Pediaplano degradado etchplanado	Pediaplano degradado etchplanado	
		Forma(s) de topo predominante(s)	Pediaplano e topos tabular e convexo	Pediaplano e topo tabular	Pediaplano	
		Compartimento(s) predominante(s)	Chapadas e Patamares das Chapadas	Chapada de Uberlândia - Araguari	Chapada de Uberlândia - Araguari	
Morfometria	Relevo	Amplitude altimétrica	461 m	328 m	373 m	
		Declividade predominante	3% a 8%	0% a 3%	0% a 3%	
	Geometria	Área da bacia hidrográfica	1.684,45 km ²	494,06 km ²	1.139,66 km ²	
		Perímetro da bacia	488,62 km	154,03 km	286,97 km	
		Comprimento axial da bacia	94,51 km	35,20 km	72,70 km	
		Fator forma	0,18	0,39	0,21	
		Índice de circularidade	0,08	0,26	0,17	
		Coefficiente de compacidade	3,33	1,94	2,38	
		Índice de rugosidade	0,35	0,17	0,15	
	Rede de drenagem	Padrão de drenagem predominante	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico	
		Comprimento do rio principal	137,27 km	39,58 km	100,12 km	
		Ordem do curso d'água principal	6ª ordem (7ª considerando a drenagem à montante)	4ª ordem	4ª ordem	
		Quantidade de canais de 1ª ordem	480	79	126	
		Comprimento dos canais de drenagem	1.290,23 km	261,84 km	473,50 km	
		Densidade de rios	0,28 canais/km ²	0,15 canais/km ²	0,11 canais/km ²	
			Densidade de drenagem	0,76 km/km ²	0,52 km/km ²	0,41 km/km ²
	Classes de cobertura e uso da terra predominantes (MAPBIOMAS, 2019)			Pastagem e culturas temporárias	Culturas temporárias e floresta plantada	Culturas temporárias e cana-de-açúcar
Sub-bacias hidrográficas						
Morfografia/morfometria/uso da terra			7	8	9	
Morfografia	Geologia	Unidade(s) geológica(s) predominante(s)	Grupo Araxá	Formação Marília	Grupo Araxá	
	Feições	Modelado(s) predominante(s)	Dissecação homogênea ou diferencial	Pediaplano degradado inumado	Pediaplano retocado inumado	
		Forma(s) de topo predominante(s)	Topo convexo	Pediaplano	Topo tabular e pediplano	
		Compartimento(s) predominante(s)	Planalto Rebaixado	Chapada de Uberlândia - Araguari	Planalto Rebaixado	
Morfometria	Relevo	Amplitude altimétrica	462 m	357 m	374 m	
		Declividade predominante	8% a 20%	3% a 8%	3% a 8%	
	Geometria	Área da bacia hidrográfica	2.005,83 km ²	486,85 km ²	835,40 km ²	
		Perímetro da bacia	464,94 km	160,31 km	183,55 km	
		Comprimento axial da bacia	92,30 km	47,79 km	45,43 km	
		Fator forma	0,23	0,21	0,40	
		Índice de circularidade	0,11	0,23	0,31	
		Coefficiente de compacidade	2,90	2,03	1,77	
Índice de rugosidade	0,52	0,19	0,34			

	Rede de drenagem	Padrão de drenagem predominante	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico
		Comprimento do rio principal	155,76 km	65,75 km	72,95 km
		Ordem do curso d'água principal	7ª ordem (considerando a drenagem à montante)	4ª ordem	5ª ordem
		Quantidade de canais de 1ª ordem	1.095	103	308
		Comprimento dos canais de drenagem	2.277,30 km	271,95 km	772,20 km
		Densidade de rios	0,54 canais/km ²	0,21 canais/km ²	0,36 canais/km ²
		Densidade de drenagem	1,13 km/km ²	0,55 km/km ²	0,92 km/km ²
Classes de cobertura e uso da terra predominantes (MAPBIOMAS, 2019)		Pastagem e formação florestal	Culturas temporárias e pastagem	Pastagem e culturas temporárias	
Sub-bacias hidrográficas					
Morfografia/morfometria/uso da terra		10	11	12	
Morfografia	Geologia	Unidade(s) geológica(s) predominante(s)	Formação Paracatu	Grupo Araxá	Grupo Araxá
	Feições	Modelado(s) predominante(s)	Dissecação homogênea ou diferencial	Dissecação homogênea ou diferencial	Dissecação homogênea ou diferencial
		Forma(s) de topo predominante(s)	Topo convexo	Topo convexo	Topo convexo
		Compartimento(s) predominante(s)	Patamares da Canastra	Planalto Rebaixado	Planalto Rebaixado
Morfometria	Relevo	Amplitude altimétrica	601 m	428 m	581 m
		Declividade predominante	8% a 20%	3% a 8%	3% a 8%
	Geometria	Área da bacia hidrográfica	3.069,28 km ²	758,84 km ²	1.355,03 km ²
		Perímetro da bacia	482,14 km	180,68 km	239,28 km
		Comprimento axial da bacia	120,55 km	53,85 km	59,95 km
		Fator forma	0,21	0,26	0,37
		Índice de circularidade	0,16	0,29	0,29
		Coefficiente de compacidade	2,43	1,83	1,82
	Rede de drenagem	Índice de rugosidade	0,84	0,51	0,69
		Padrão de drenagem predominante	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico
		Comprimento do rio principal	215,33 km	91,56 km	96,56 km
		Ordem do curso d'água principal	6ª ordem	6ª ordem	6ª ordem
		Quantidade de canais de 1ª ordem	3.104	438	692
Comprimento dos canais de drenagem		4.352,80 km	919,82 km	1.612,50 km	
Densidade de rios		1,01 canais/km ²	0,57 canais/km ²	0,51 canais/km ²	
Densidade de drenagem	1,41 km/km ²	1,21 km/km ²	1,19		
Classes de cobertura e uso da terra predominantes (MAPBIOMAS, 2019)		Pastagem e culturas temporárias	Pastagem e culturas temporárias	Pastagem e formação florestal	
Sub-bacias hidrográficas					
Morfografia/morfometria/uso da terra		13	14	15	
Morfografia	Geologia	Unidade(s) geológica(s) predominante(s)	Formação Chapada dos Pilões	Formação Paracatu	Formação Rio Verde
	Feições	Modelado(s) predominante(s)	Dissecação homogênea ou diferencial	Dissecação homogênea ou diferencial	Dissecação homogênea ou diferencial
		Forma(s) de topo predominante(s)	Topos convexo e aguçado	Topos convexo e aguçado	Topo convexo
		Compartimento(s) predominante(s)	Planalto de Patrocínio	Patamares da Canastra	Planalto Rebaixado
Relevo	Amplitude altimétrica	481 m	477 m	538 m	

		Declividade predominante	8% a 20%	8% a 20%	8% a 20%
	Geometria	Área da bacia hidrográfica	617,39 km ²	564,92 km ²	2.390,79 km ²
		Perímetro da bacia	173,05 km	180,23 km	388,50 km
		Comprimento axial da bacia	39,29 km	50,57 km	86,43 km
		Fator forma	0,39	0,22	0,32
		Índice de circularidade	0,25	0,21	0,19
		Coefficiente de compacidade	1,95	2,12	2,22
		Índice de rugosidade	0,48	0,66	0,63
	Rede de drenagem	Padrão de drenagem predominante	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico
		Comprimento do rio principal	74,18 km	74,08 km	139,90 km
		Ordem do curso d'água principal	5ª ordem	5ª ordem	7ª ordem
		Quantidade de canais de 1ª ordem	252	451	1.319
		Comprimento dos canais de drenagem	624,91 km	791,27 km	2.822,25 km
		Densidade de rios	0,40 canais/km ²	0,79 canais/km ²	0,55 canais/km ²
		Densidade de drenagem	1,01 km/km ²	1,40 km/km ²	1,18 km/km ²
Classes de cobertura e uso da terra predominantes (MAPBIOMAS, 2019)			Pastagem e culturas temporárias	Pastagem e formação campestre	Pastagem e culturas temporárias
			Sub-bacias hidrográficas		
Morfografia/morfometria/uso da terra			16	17	18
Morfografia	Geologia	Unidade(s) geológica(s) predominante(s)	Formação Chapada dos Pilões	Formação Chapada dos Pilões	Formação Chapada dos Pilões
	Feições	Modelado(s) predominante(s)	Dissecação homogênea ou diferencial	Dissecação homogênea ou diferencial	Dissecação homogênea ou diferencial
		Forma(s) de topo predominante(s)	Topo convexo	Topo convexo	Topo convexo
		Compartimento(s) predominante(s)	Planalto de Patrocínio	Planalto Rebaixado	Patamares da Canastra e Chapadas
Morfometria	Relevo	Amplitude altimétrica	419 m	384 m	419 m
		Declividade predominante	3% a 8%	8% a 20%	8% a 20%
	Geometria	Área da bacia hidrográfica	247,54 km ²	971,67 km ²	1.376,24 km ²
		Perímetro da bacia	98,87 km	199,52 km	250,70 km
		Comprimento axial da bacia	27,85 km	57,32 km	57,54 km
		Fator forma	0,31	0,29	0,41
		Índice de circularidade	0,31	0,30	0,27
		Coefficiente de compacidade	1,75	1,79	1,89
	Rede de drenagem	Índice de rugosidade	0,40	0,36	0,52
		Padrão de drenagem predominante	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico
		Comprimento do rio principal	35,71 km	83,22 km	104,30 km
		Ordem do curso d'água principal	5ª ordem	5ª ordem	6ª ordem
		Quantidade de canais de 1ª ordem	101	452	920
Comprimento dos canais de drenagem		237,89 km	933,93 km	1.724,72 km	
		Densidade de rios	0,40 canais/km ²	0,46 canais/km ²	0,66 canais/km ²
		Densidade de drenagem	0,96 km/km ²	0,96 km/km ²	1,25 km/km ²
Classes de cobertura e uso da terra predominantes (MAPBIOMAS, 2019)			Pastagem e culturas temporárias	Pastagem e culturas temporárias	Pastagem e culturas temporárias

Fonte: Elaborado pelos autores

Percebe-se que há uma relação direta entre os índices de rugosidade médio (entre 0,3 e 0,7) e alto (acima de 0,7) e a presença de pastagem como classe de uso da terra predominante. Dentre as sub-bacias que apresentam tal correlação, as sub-bacias 1 (Foz do Araguari), 3 (AHEs Capim Branco), 4 (Médio Araguari), 7 (Baixo Quebra Anzol), 9 (Ribeirão Santo Antônio), 11 (Rio Galheiro), 12 (Rio Capivara), 13 (Ribeirão Salitre), 14 (Ribeirão do Inferno), 15 (Alto Quebra Anzol), 16 (Rio Grande), 17 (Rio São João) e 18 (Rio Misericórdia) possuem índice de rugosidade média. Somente a sub-bacia 10 (Alto Araguari) tem o índice de rugosidade alto. As condições que levaram essas sub-bacias a apresentarem as vertentes mais íngremes da área de estudo e, por conseguinte, impuseram uma limitação ao desenvolvimento de outras atividades são as unidades geológicas que, por sua vez contribuíram para condicionar os modelados e formas de topo. A considerável presença de cobertura vegetal nativa em algumas áreas indica que a limitação ao desenvolvimento de atividades produtivas é significativa, como é o caso de algumas porções das sub-bacias 3 (AHEs Capim Branco), 7 (Baixo Quebra Anzol) e 12 (Rio Capivara).

Com exceção das sub-bacias 3 (AHEs Capim Branco) e 4 (Médio Araguari), cuja unidade geológica mais representativa é a Formação Serra Geral, as demais apresentam uma litologia associada ao Orógeno Brasília. Contudo, a rugosidade média das sub-bacias 3 (AHEs Capim Branco) e 4 (Médio Araguari) foi imposta pela forte incisão fluvial do rio Araguari no Cenozóico, que formou um *Canyon* e uma sequência de patamares entre o vale e a chapada, o que possibilitou a ocorrência de porções com declividades mais acentuadas. Assim, nessas áreas as pastagens são mais comuns pela restrição natural do relevo às culturas agrícolas. As outras sub-bacias do contexto do Orógeno Brasília, ou apresentam rochas do Grupo Araxá que impõem, em grande parte, formas de topo convexo, ou possuem rochas dos Grupos Canastra e Ibiá que, além de possibilitarem topos convexos, há também a ocorrência significativa de topos aguçados, como é o caso das sub-bacias 13 (Ribeirão Salitre) e 14 (Ribeirão do Inferno), condição essa também limitante a ocupações agrícolas.

As outras sub-bacias, 2 (Rio Uberabinha), 5 (Ribeirão Furnas), 6 (Rio Claro) e 8 (Ribeirão Santa Juliana), apresentam culturas como classe de uso da terra predominante. Essas sub-bacias estão em contexto de rochas sedimentares da Formação Marília, que se constitui como a unidade geológica principal das mesmas. Trata-se de um contexto litológico de Bacia Sedimentar, o que condicionou um modelado de aplanamento do tipo pediplano,

cujos topos são, em geral tabulares. As quatro sub-bacias estão inseridas, na maior parte de sua área, na Chapada Uberlândia-Araguari, porção em que as atividades de agricultura são mais desenvolvidas na área de estudo. Os demais parâmetros morfométricos também respondem a essas condições de potencialidade à agricultura, como as densidades de rios e de drenagem, que são baixas ou no máximo médias.

Diante do exposto, convém destacar que as sub-bacias com relevo mais dissecado apresentam pastagem como classe dominante e naquelas sub-bacias com relevo mais aplanado predominam-se culturas temporárias, especialmente a soja. Assim, as correlações possuem uma lógica de apropriação do relevo, que serve para uma abordagem preliminar para outras pesquisas e elaboração de planos por parte dos responsáveis pela gestão das bacias hidrográficas.

Conclusão

O presente artigo demonstrou uma correlação direta entre as características morfográficas, morfométricas e a cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio Araguari-MG. Considerando os mapas confeccionados e seus dados geoespaciais para obtenção dos resultados, pode-se afirmar que o relevo da bacia hidrográfica do rio Araguari consiste em um importante componente da paisagem, capaz de condicionar as potencialidades e limitações ao desenvolvimento de atividades produtivas.

Esse fato deve ser considerado pelos gestores da bacia hidrográfica, pois é importante obter um olhar macro da bacia e também ter um banco de dados de aspectos particulares de cada sub-bacia. De modo geral, cada contexto paisagístico apresenta suas fragilidades que devem ser analisadas no âmbito do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia. Esses pontos devem ser melhor explorados em outros estudos mais detalhados, mas o levantamento de informações gerais, da maneira aqui proposto, pode contribuir para futuros diagnósticos da bacia, que devem ser sempre atualizados, além dessa abordagem poder ser aplicada em outras bacias hidrográficas.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado.

Referências

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012.

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, n. 18, 1969.

ANDRADE, S. L.; FERREIRA, V. O.; SILVA, M. M. Elaboração de um mapa de risco de inundações da bacia hidrográfica do córrego São Pedro, área urbana de Uberlândia-MG. **Caderno de Geografia**, v. 24, n. 41, p. 1-16, 2014.
<https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2014v24n41p1>

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Revista RA'EGA**, Curitiba, n. 8, 2004, p, 141-152.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: 2005. Disponível em:
<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: 15 fev. 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher, 1974, 149 p.

IBGE. **Manual técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 175 p.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

IBGE. **Mapeamento de recursos naturais do Brasil escala 1:250.000**. Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2019. 8 p. Disponível em:
<https://downloads.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 out. 2020.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and the drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soc. Amer. Bulletin**, 56(3), 1945, p. 275-370.

IGAM. **Rede de drenagem de Minas Gerais em formato shapefile**. Belo Horizonte: Igam, 2012. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 19 set. 2019.

KING, L, C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro. v. 18, n. 2, p. 147-266, 1956.

MAPBIOMAS. **Coleção 3 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil**. 2019. Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: 15 out. 2020.

MELTON, M. A. An analysis of the relations among elements of climate, surface properties and geomorphology. **Technical report 11**. Department of Geology, Columbia University, New York, 1957.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 14 jan. 2021.

MÜLLER, V. C. A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area. **Technical report**. New York: Virginia and Tennessee. Dept. of Geology. n. 3, p. 30, 1953.

PACHECO, F. E. R. C. et al. **Relatório da Folha Uberlândia SE.22-Z-B-VI, escala 1:100.000**. Belo Horizonte: CODEMIG/UFMG, 2017, 37 p.

PELLÉ, J. M. **RGB Color Code according to the Commission for the Geological Map of the World (CGMW)**. France, 2012. Disponível em: <https://engineering.purdue.edu/Stratigraphy/charts/RGB.pdf>. Acesso em 12 de março de 2018.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 5ª ed., 2018.

SEER, H. J.; MORAES, L. C. **Geologia regional do Triângulo Mineiro**. Belo Horizonte: CODEMIG/UFMG, 2017, 123 p.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude): analysis of erosional topography. **Geol. Soc. America Bulletin**, 63(10), 1952, p. 1117-1142.

USGS. **Shuttle Radar Topography Mission 1 Arc-Second Global**. Courtesy of the U.S. Geological Survey. Disponível em: <https://lta.cr.usgs.gov/SRTM1Arc>. Acesso em 18 de out. 2018.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGRAW-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

Submetido em: março de 2021

Aceito em: março de 2022