

Análise morfométrica da Bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo, Sul de Minas Gerais

O objetivo do artigo consistiu em analisar os índices e parâmetros morfométricos como subsídios para a caracterização morfodinâmica e como instrumentos de planejamento e gestão ambiental da Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo - MG. Os parâmetros analisados foram a ordem hierárquica do canal (U), número de canais (Nu), comprimento dos canais (Lu), comprimento da bacia (Lb), razão de bifurcação (Rb), área (A), perímetro (P), densidade de drenagem (Dd), densidade de rios (Dr), textura da drenagem (T), relação de alongamento (Re), índice de circularidade (Ic), fator de forma (Ff), altitude máxima (Hmax), altitude mínima (Hmin), amplitude da bacia (Bh), índice de rugosidade (Ir) e tempo de concentração (Tc). A sub-bacia, com área de 5.169,26 km² e predomínio do formato alongado, possui densidade de drenagem e de rios muito altas, com padrão dendrítico de drenagem, morfologia fluvial meandrante a retilínea. A sub-bacia, de 8ª ordem hierárquica, possui amplitude de 1.135 metros, com predominância de médias altitudes e relação de relevo de 9,24 m/km, indicativo de um escoamento lento. Os parâmetros avaliados são de fundamental importância para o entendimento da morfodinâmica da bacia e constituem importantes instrumentos para o processo de planejamento e gestão ambiental.

Palavras-chave: Geomorfologia Fluvial; Geoprocessamento; Gestão de Bacias; Morfodinâmica; Planejamento Ambiental.

Morphometric analysis of the Upper-Middle Rivers Mogi Guaçu and Pardo Basin, Southern Minas Gerais

The aim of this article was to analyze the morphometric indices and parameters as subsidies for morphodynamic characterization and as instruments of environmental planning and management of the Sub-basin of the Upper Middle Rivers Mogi Guaçu and Pardo - MG. The parameters analyzed were the hierarchical order of the channel (U), number of channels (Nu), length of channels (Lu), length of the basin (Lb), bifurcation ratio (Rb), area (A), perimeter (P), drainage density (Dd), river density (Dr), drainage texture (T), elongation ratio (Re), circularity index (Ic), form factor (Ff), maximum altitude (Hmax), minimum altitude (Hmin), basin amplitude (Bh), roughness index (Ir) and concentration time (Tc). The sub-basin, with an area of 5,169.26 km² and predominance of the elongated shape, has drainage density and very high rivers, with dendritic drainage pattern, meandering and rectilinear river morphology. The sub-basin, of 8th hierarchical order, has an amplitude of 1,135 meters, with predominance of medium altitudes and relief ratio of 9.24 m/km, indicative of a slow flow. The parameters evaluated are of fundamental importance for understanding the morphodynamics of the basin and are important instruments for the environmental planning and management process.

Keywords: Fluvial Geomorphology; Geoprocessing; Basin Management; Morphodynamics; Environmental Planning.

Topic: **Hidrogeografia**

Received: **09/05/2022**

Approved: **30/05/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Débora Silva Carvalho 

Instituto Federal do Sul de Minas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7298473100527920>
<https://orcid.org/0000-0002-1853-7370>
debora.carvalho515@gmail.com

Denise Silva Leão Souza 

Instituto Federal do Sul de Minas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3078143017688921>
<http://orcid.org/0000-0003-0671-9422>
denisedink31@hotmail.com

Ítalo Rafael Costa Mira 

Instituto Federal do Sul de Minas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2538373423402266>
<http://orcid.org/0000-0002-8791-0685>
italo.mira14@gmail.com

Márcio Luiz Silva 

Universidade Estadual de Campinas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7868660110508688>
<http://orcid.org/0000-0002-1047-5128>
marcgeo10@yahoo.com.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.005.0025

Referencing this:

CARVALHO, D. S.; SOUZA, D. S. L.; MIRA, Í. R. C.; SILVA, M. L.. Análise morfométrica da Bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo, Sul de Minas Gerais. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.5, p.337-352, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.005.0025>

INTRODUÇÃO

A Bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo possui importância fundamental para o uso e gestão dos recursos hídricos e para o desenvolvimento da Mesorregião Sul de Minas Gerais. Contudo, as paisagens do seu alto e médio curso, devido às suas características naturais associados com as intervenções antrópicas, vem passando por diversos processos de degradação ambiental em diferentes escalas, muitos deles motivados pela falta de medidas adequadas de manejo, conjugada com ocupações irregulares.

O entendimento sobre a caracterização ambiental de uma bacia hidrográfica reside em fator primordial para ocupá-la (a partir de empreendimentos urbanos ou rurais) ou explorá-la (extraíndo seus recursos minerais, hídricos ou vegetais) de forma inteligente e sustentável. Grande parte dos desastres ou esgotamento de recursos (com implicações diretas sobre a economia, política e sociedade) se dá devido ao rompimento dos limites da estrutura, processo e fisiologia das paisagens dentro de uma bacia.

A análise morfométrica em bacias hidrográficas constitui importante ferramenta na identificação e caracterização da dinâmica fluvial, quantificação e comportamento hidrológico e avaliação de processos geomorfológicos, sendo também utilizada em projetos de planejamento e gestão ambiental, uma vez que permite definir os limites naturais que integram a paisagem (CHEREM, 2008; SANTOS et al., 2014; BATISTA et al., 2018). Os estudos morfométricos auxiliam no entendimento da dinâmica das paisagens contribuindo para o desenvolvimento de avaliações e interpretações das condições ambientais, sendo primordial em estudos na área de ambientes fluviais (QUEIROZ et al., 2017).

Estudos sobre a análise morfométrica da Sub-Bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo (SAMRIMG) em Minas Gerais (Figura 1) se traduz em pesquisa importante não somente para o Estado de Minas, mas também para o Estado de São Paulo, dado que no território paulista o leito do Rio Mogi constitui a maior planície fluvial do interior do Estado. Além disso, o conhecimento sobre a montante e a porção média é requisito fundamental para se compreender a dinâmica espaço temporal de toda e qualquer bacia hidrográfica. Segundo Khanday et al. (2017) a compreensão das características hidrológicas de uma bacia hidrográfica pressupõe a análise dos parâmetros morfométricos.

Nesse sentido, o objetivo do artigo consistiu em analisar os índices e parâmetros morfométricos como subsídios para a caracterização morfodinâmica e como instrumentos de planejamento e gestão da Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo, Sul de Minas Gerais.

Ressalta-se que existem poucos estudos sobre os parâmetros morfométricos da Sub-bacia do Rios Mogi Guaçu e Pardo, na sua porção mineira. Os índices e parâmetros morfométricos, que abrangem a hierarquia e morfologia fluvial, os padrões de drenagem, a análise linear, análise areal e análise hipsométrica (CHRISTOFOLETTI, 1980; DORNELLAS et al., 2020), além constituir elementos fundamentais na caracterização hidrogeomorfológica, contribui para analisar cenários evolutivos de bacias hidrográficas. Salienta-se, ainda, que os parâmetros morfométricos constituem importantes ferramentas para o conhecimento das características físicas e interpretação da dinâmica geomorfológica das bacias hidrográficas (CHRISTOFOLETTI, 1980; LEAL et al., 2016; KHANDAY et al., 2017; DORNELLAS et al., 2020).

Portanto, os estudos morfométricos contribuirão na definição de estágios evolutivos e dinâmica da sub-bacia, possibilitando a eleição de medidas para a preservação, bem como práticas de manejo para o uso sustentável do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo.

REVISÃO TEÓRICA

Área de Estudo

A Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo, localizada no sul de Minas Gerais e integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG), abrange 19 municípios mineiros (Figura 1).

As paisagens naturais da Sub-bacia dos Rios Mogi Guaçu e Pardo - MG, herança de processos fisiográficos e biológicos pretéritos e importantes patrimônios coletivos difusos, segundo Ab'Sáber (2003), vêm se constituindo, *praemissa venia*, desde o final do Cretáceo, quando o território brasileiro experimentou longa estabilidade tectônica, permitindo o estabelecimento de vastas superfícies geomórficas e a consolidação dos sistemas hidrológicos, e propiciando condições ideais para as formações das primeiras classes pedológicas, datadas do Terciário. No entanto, estas paisagens, “heranças de processos de atuação antiga, remodelados e modificados por processos de atuação recente” (AB’SÁBER, 2003) vem se tornando mais frágeis, devido às ações antrópicas, com intervenções pouco planejadas, no processo de uso e ocupação da bacia.

A geologia da sub-bacia possui litologias representadas em sua maior parte por rochas ígneas e metamórficas, com idades arqueanas, proterozóicas, mesozóicas e cenozóicas (Figura 2). A maior parte do território sul mineiro, região onde se situa a sub-bacia, se encontra em formações geológicas resultantes de dobramentos antigos ocorridos no Brasil. No entanto, embora a estrutura geológica seja bastante antiga (rochas arqueanas, proterozóicas e mesozóicas), as formas delas resultantes, modeladas por agentes externos, são mais recentes (terciárias e quaternárias).

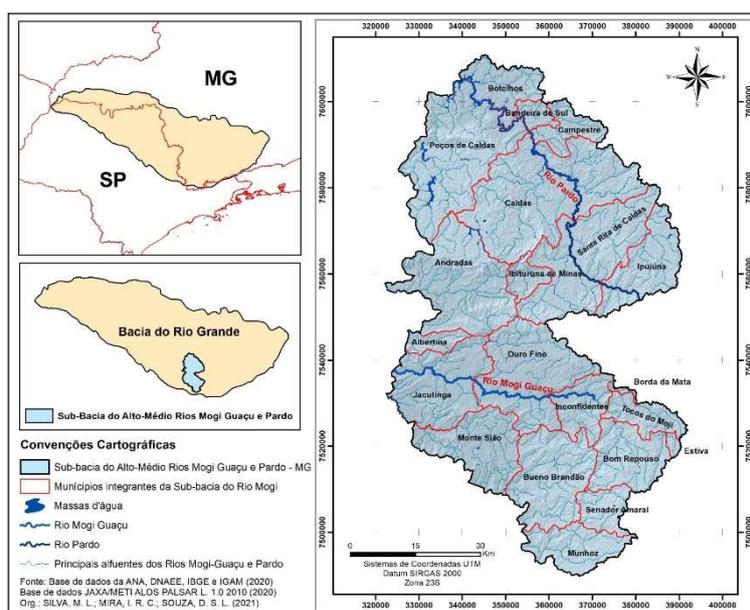


Figura 1: Municípios integrantes da Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo em Minas Gerais.

A geomorfologia da bacia compreende domínios morfoesculturais de patamares, planícies, planaltos e serras, modeladas sobre unidades morfoestruturais arqueanas e proterozóicas (Figura 3). Os planaltos e, sobretudo, as serras são constituídas pelos relevos de morros (AB'SABER, 2003), compreendendo os mares de morros, morros paralelos e morros com serras restritas. Em nível de mesoforma ou morfológico, percebe-se que o relevo se constitui, de certa forma, pelas unidades de mares de morros, com modelado de vertentes côncavas e vales encaixados, intercalados com planícies fluviais (SOUZA et al., 2016), resultantes de processos de dissecação (Figura 3).

Os sistemas hidrológicos são representados por cursos d'água e rede de drenagem oriundos da Bacia do Rio Grande, que possui os rios Grande, Mogi Guaçu e Pardo como os principais canais fluviais (Figura 1). A morfologia dos principais canais fluviais da sub-bacia é retilínea a meandrante, com porções anastomosadas e padrão de drenagem predominante dendrítico (Figuras 1 e 3).

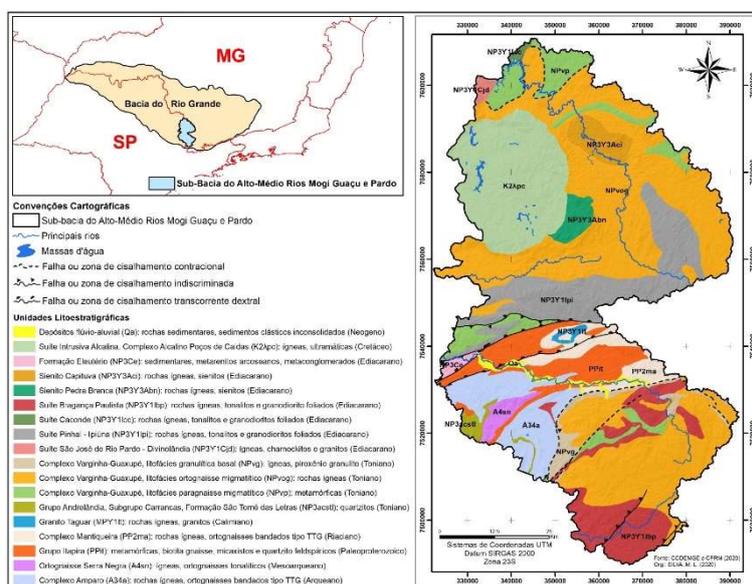


Figura 2: Principais unidades geológicas da Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo em Minas Gerais.

A maioria das coberturas superficiais da sub-bacia são representadas pelos Latossolos, Cambissolos e Argissolos (Figura 4). Quanto aos Latossolos, que correspondem a 2.239,350 km² e representam 43% da sub-bacia, há o predomínio dos Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos (Figura 4). Os Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos se desenvolvem em relevos planos (chapadões) a montanhosos (45% < declividade < 75%), como ocorre em alguns segmentos do domínio dos mares dos morros (KER, 1997). Segundo Ker (1997) esses solos possuem ampla correlação com as superfícies de aplainamento do Brasil, ocupando, preferencialmente, as partes mais estáveis da paisagem, normalmente correlacionadas com a Superfície Sul Americana.

Dessa forma, os Latossolos, que correspondem à maioria das coberturas superficiais da sub-bacia em Minas Gerais, ocupa os topos de vertentes em cotas altimétricas superiores a 900 metros (SOUZA et al., 2016), compreendendo excelentes *proxies* para o entendimento das paisagens sul mineiras. Além de ocuparem boa parte das superfícies aplainadas da bacia, ratifica-se que os Latossolos têm origem datada do Terciário, fato que os definem, também, como excelentes marcadores paleoclimáticos (visto que

presenciaram as mudanças climáticas ocorridas do Quaternário).

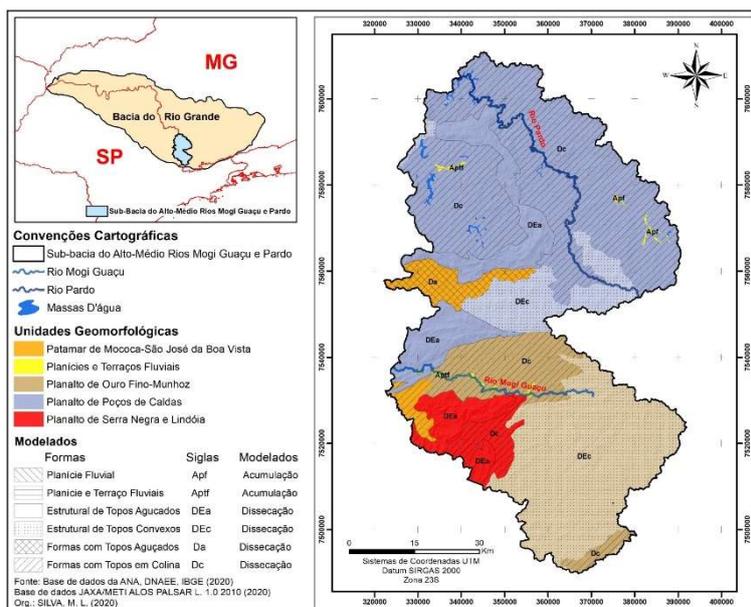


Figura 3: Unidades de relevo da Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo em Minas Gerais.

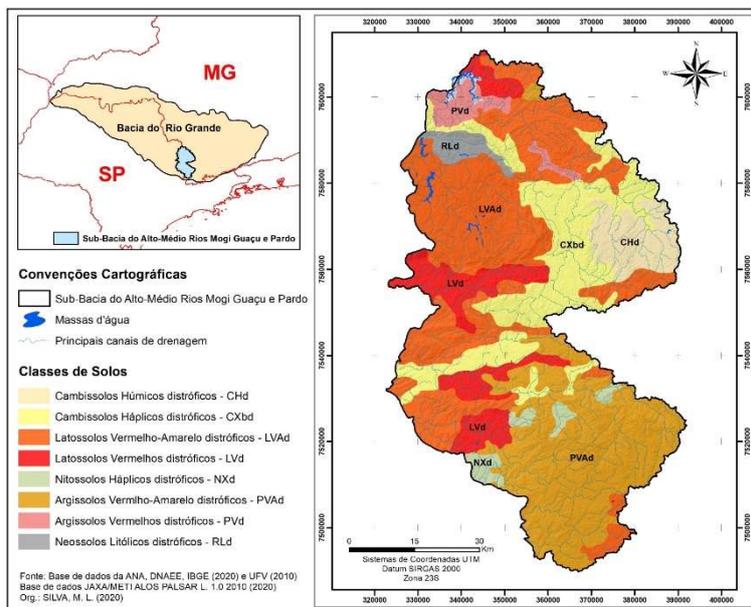


Figura 4: Principais classes de solos da Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo em Minas Gerais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Base de Dados

Os mapas-base foram elaborados através de técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto, a partir de informações de campo e de base de dados de instituições governamentais (ANA, CODEMGE, CPRM, DNAEE, IBGE, IGAM, INMET, UFV, GMES e JAXA/METI).

Definição das Classes de Declividade e Hipsométrica

As classes de declividade foram definidas de acordo com a metodologia proposta por Ross (2012), a partir de imagens de radar *Alos Palsar*, banda L, modo FBS, polarização HH, órbita 27350 e quadro 28, com

resolução espacial de 12,7 metros, de 2010, adquirida da base de dados *ASF Data Search*. As imagens de radar também serviram de base para a elaboração da hipsometria da sub-bacia. Para a determinação das classes clinográficas foi utilizada a função *slope* da aba *Surface* do *ArcGIS*.

As classes de declividade dos terrenos foram distribuídas da seguinte forma: relevo plano (0 - 3 %), suave ondulado (3 - 8 %), ondulado (8 - 20 %), forte ondulado (20 - 45%), montanhoso (45 - 75%) e escarpado (>75%) conforme as recomendações da EMBRAPA (1999).

Determinação dos Parâmetros Morfométricos

Os parâmetros morfométricos foram divididos em lineares, de área e de relevo ou hipsométricos (DORNELLAS et al., 2020). Os parâmetros abrangeram a ordem hierárquica do canal (U), número de canais (N_u), comprimento dos canais (L_c), comprimento total dos canais (L_u), comprimento da bacia (L_b), razão de bifurcação (R_b), índice de sinuosidade (I_s), coeficiente de manutenção (C_m), área (A), perímetro (P), densidade de drenagem (D_d), densidade de rios (D_r), textura da drenagem (T), Relação de alongamento (R_e), índice de circularidade (I_c), Fator de forma (F_f), densidade de drenagem (D_d), densidade de rios (D_r), altitude máxima (H_{max}), altitude mínima (H_{min}), amplitude da bacia (B_h), índice de rugosidade (I_r), tempo de concentração (T_c) e relação de relevo (R_r) (Tabela 1), e foram calculados através de equações matemáticas estabelecidas na literatura especializada, via softwares *ArcGIS* e *Excel* (CHRISTOFOLETTI, 1980; BOIN et al., 2014; DORNELLAS et al., 2020).

Tabela 1: Parâmetros morfométricos e suas respectivas definições.

Parâmetro	Descrição	Equação	Referência
Altitude máxima (H_{max})	Altitude mais elevada compreendida na bacia	-	Christofoletti (1980)
Altitude mínima (H_{min})	Menor altitude compreendida na bacia	-	Christofoletti (1980)
Amplitude altimétrica da bacia (B_h)	É a distância vertical máxima entre os pontos mais baixo e mais alto de uma sub-bacia	-	Schumm (1956)
Área da bacia (A)	É toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial projetada em plano horizontal	-	Christofoletti (1980)
Comprimento da bacia (L_b)	Maior distância medida, em linha reta, entre a foz e determinado ponto situado ao longo do perímetro	-	Christofoletti (1980)
Comprimento total dos canais (L_u)	Somatório do comprimento dos canais da bacia	-	Horton (1945)
Densidade de drenagem (D_d)	A razão entre o comprimento total dos canais e a área da bacia	$D_d = \frac{L_u}{A}$ A: Área da bacia L_u : Comprimento total dos cursos da bacia	Horton (1945)
Densidade de rios (D_r)	É a razão entre o número total de canais e a área da bacia	$D_r = \frac{N}{A}$ N: Número total de rios ou cursos d'água A: Área da bacia	Horton (1945)
Fator de forma (F_f)	É a razão entre a área da bacia e o quadrado do comprimento da bacia	$F_f = \frac{A}{L_b^2}$ A: Área da bacia L: Comprimentos do curso principal da bacia	Horton (1945)
Índice de circularidade (I_c)	Refere-se à relação entre a área da bacia (A) e a área de um círculo (A_c) com o mesmo perímetro da bacia	$I_c = \frac{A}{A_c}$ A: Área da bacia A_c : Área do círculo de mesmo perímetro da bacia	Miller (1953) Christofoletti (1980)
Índice de rugosidade (I_r)	É o produto da amplitude do relevo e a densidade de drenagem	$I_r = B_h * D_d$ B_h : Amplitude altimétrica da bacia D_d : Densidade de drenagem	Melton (1957)

Número total de canais (Nu)	É o somatório de todos os canais por ordem	-	Horton (1945)
Ordem hierárquica do canal (U)	Todos os afluentes que não se ramificam, assim como as nascentes, são canais de primeira ordem. A união de dois canais de primeira ordem forma um canal de segunda ordem e assim sucessivamente. Se um canal de ordem superior recebe um canal de ordem inferior ele não altera a sua ordem, prevalecendo a ordem superior.	-	Strahler (1964)
Perímetro (P)	Linha que delimita a área da bacia	-	Christofolletti (1980)
Razão de bifurcação (R _b)	É a razão entre o número de canais de qualquer ordem dada (Nu) para o número de canais na próxima ordem superior (Nu+1)	$R_b = \frac{N_u}{N_u + 1}$ Nu: Número de segmentos de determinada ordem Nu+1: Número de segmentos imediatamente superior	Horton (1945)
Relação de alongamento (R _e)	Razão entre o diâmetro de um círculo com a mesma área da bacia (A) e o comprimento máximo (L _b) da bacia	-	Schumm (1956)
Relação de Relevo (R _r)	É a relação entre a amplitude altimétrica máxima e sua maior extensão	$R_r = \frac{\Delta H}{L_b}$ ΔH: razão entre amplitude altimétrica L _b : comprimento da bacia	Schumm (1956)
Tempo de concentração (T _c)	A relação entre o comprimento do canal principal e a amplitude do relevo da bacia	$T_c = 0,83 * \frac{L}{S^{0,6}}$ S: declividade do talvegue (m/m) L: comprimento do talvegue (km)	Verstappen (1983) Tsuchiya (1978)
Textura da drenagem (T)	É o produto entre a densidade de drenagem e a densidade de rios	D _d * D _r	Smith (1950)

Fonte: adaptado de Christofolletti (1980), Verstappen (1983) e Dornellas et al. (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a determinação dos parâmetros lineares, areais e hipsométricos da Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo, em Minas Gerais, foram necessários, previamente, a delimitação da área e perímetro, das cotas máxima e mínima, do centroide, da média e frequência da altitude, declividade média da bacia, características gerais da rede hidrográfica, tempo de concentração e declividade média dos canais principais (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros gerais da Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo - MG.

Descrição	Unidade	Valor
Área da Bacia	km ²	5.169,26
Perímetro da Bacia	km	547,36
Cotas		
Cota Máxima	msnm	1.802,00
Cota Mínima	msnm	667,00
Centróide (SIRGAS 2000, UTM, Zona 23S)		
Centróide X	m	356,63
Centróide Y	m	7.550,92
Centróide Z	msnm	1.160,61
Altitude		
Altitude Média	msnm	1.160,61
Altitude mais Frequente	msnm	1.565,50
Altitude de Frequência Média (1/2)	msnm	1.197,31
Declividade		
Declividade Média da Bacia	%	6,36
Rede Hidrográfica		
Comprimento do Curso Principal	km	96,06
Ordem da Rede Hidrográfica	unidade	8
Comprimento da Rede Hidrográfica	km	25.264,78
Declividade Média da Rede Hidrográfica	%	1,03
Parâmetros Gerais		
Tempo de Concentração (T _c)	horas	12,31
Declividade dos Canais Principais	m/km	11,82

Parâmetros Lineares

Foram definidos os seguintes parâmetros lineares: hierarquia fluvial (U), comprimento da bacia (L_b), número total de canais (N_u), comprimento dos canais (L_c), comprimento total dos canais (L_u), razão de bifurcação (R_b), índice de sinuosidade (I_s) e coeficiente de manutenção (C_m) (Tabela 3).

Tabela 3: Parâmetros morfométricos lineares da Sub-Bacia do Alto-Médios Rios Mogi Guaçu e Pardo - MG.

Parâmetro Linear	Unidade	Número de Canais	Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo
Comprimento da Bacia (L_b)	km		122,82 (N - S)
Ordem Hierárquica dos Canais (U)		1ª	95.220
		2ª	43.551
		3ª	23.564
		4ª	12.494
		5ª	6.818
		6ª	2.836
		7ª	2.044
		8ª	641
Número Total de Canais (N_u)	unidade		187.168,00
Comprimento dos Canais (L_c)	km	1	12.982,49
		2	5.652,92
		3	3.256,35
		4	1.684,11
		5	908,18
		6	392,64
		7	292,02
		8	96,06
Comprimento Total dos Canais (L_u)	km		25.264,78
Razão de Bifurcação (R_b)		R_{b1}	2,19
		R_{b2}	1,85
		R_{b3}	1,89
		R_{b4}	1,83
		R_{b5}	2,40
		R_{b6}	1,39
		R_{b7}	3,19
Índice de Sinuosidade (I_s)			1,78
Coeficiente de Manutenção (C_m)	m ² /m		204,49

A classificação da ordem hierárquica da sub-bacia foi definida como de 8ª ordem (Tabela 3), segundo o método de Strahler (1964), com padrão de drenagem dendrítico (Figura 5).

No número de canais (N_u), parâmetro que não considera nenhuma mensuração, mas apenas a contagem da nascente até a confluência de cada curso (CHRISTOFOLETTI, 1980), foram contabilizando 187.168 canais dentro do perímetro da sub-bacia (Tabela 3).

A Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo, em Minas Gerais, possui 122,82 km de comprimento (L_b) no sentido norte-sul (N - S) e 25.264,78 km de comprimento total dos canais (L_u), obtidos através do somatório dos comprimentos dos canais de cada ordem presentes na bacia (Tabela 3).

A menor razão de bifurcação (R_b) foi de 2,19 e o maior índice, 3,19 (Tabela 3). A razão de bifurcação (R_b) corresponde à quantidade de canais de uma mesma ordem, necessários para se formar um canal de ordem superior (CHRISTOFOLETTI, 1980; DORNELLAS et al., 2020). Para a classificação da hierarquia fluvial, esse índice nunca deverá apresentar um valor inferior a 2 (STRAHLER, 1964). Em bacias que não possuem controle litoestrutural sobre seu padrão de drenagem, este índice pode variar entre 3,0 e 5,0 (VERSTAPPEN, 1983; OZDEMIR et al., 2009; SREEDEVI et al., 2013; KHANDAY et al., 2017; DORNELLAS et al., 2020). Horton

(1945) salienta que este índice possui relação direta com o relevo e sua dissecação. Souza (2005) ratifica que quanto maiores os valores de R_b mais impermeáveis podem ser os solos, já que os valores menores correspondem a solos mais permeáveis. Desta forma, os valores de R_b permitem inferir solos com permeabilidade mediana na Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo - MG.

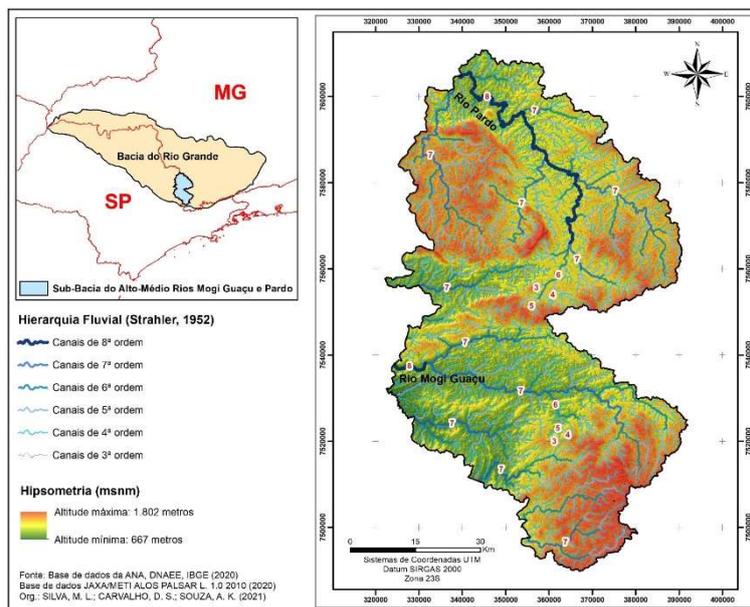


Figura 5: Hierarquia fluvial e padrão de drenagem da Sub-bacia do Alto-Médios Rios Mogi Guaçu e Pardo em Minas Gerais.

O índice de sinuosidade (I_s) compreende parâmetro fundamental na determinação da morfologia dos canais principais, pois permite definir se determinado curso principal possui forma, mas retilínea ou mais meandrante. O índice de sinuosidade para os canais de 8ª ordem foi de 1,78, demonstrando que sub-bacia tende a ser transicional quanto ao processo de meandramento (LANA, ALVES e CASTRO, 2001; SANTOS et al., 2012). Esse índice reflete a influência da carga de sedimentos vinculados às características geológicas, geomorfológicas e declividade da paisagem, podendo indicar possível controle geológico e estrutural (FREITAS, 1952; MILLER, 1963). Índices acima 2,0 indicam morfologias de canais sinuosas (meandrantas), tendendo ao acúmulo de sedimentos, com o processo de assoreamento, que pode ser intensificado pela ação antrópica (STIPP et al., 2010).

Quanto ao coeficiente de manutenção (C_m), este corresponde a área necessária para a manutenção de um metro de escoamento, fator que auxilia na formação de um canal com fluxo perene (CHRISTOFOLETTI, 1980; FONSECA et al., 2014). Os resultados mostraram que são necessários 204,69 m² de área para manter o canal com fluxo perene a cada metro de canal ao longo da sub-bacia. Esse parâmetro indica as áreas de recarga da bacia, possuindo correlação como o índice de impermeabilização do solo e ao tipo de substrato rochoso, permitindo, portanto, a aferição de risco na disponibilidade hídrica da sub-bacia.

Parâmetros Areais

A área (A), perímetro (P), textura da drenagem (T), relação de alongamento (R_e), índice de circularidade (I_c), fator de forma (F_f), densidade de drenagem (D_d) e densidade de rios (D_r) foram os

parâmetros areais determinados para a Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo - MG (Tabela 4).

Tabela 4: Parâmetros morfométricos areais da Sub-Bacia do Alto-Médios Rios Mogi Guaçu e Pardo - MG

A (km ²)	P (km)	D _d (km/km ²)	D _r (rios/km ²)	T	R _e	I _c	F _f
5.169,26	547,36	4,89	36,21	176,97	0,66	0,22	0,34

A Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo, em Minas Gerais, possui uma área (A) de 5.169,26 km², compreendida por um perímetro (P) de 547,36 km (Tabela 4).

A densidade de drenagem (D_d) foi de 4,89 km/km², fator que classifica a sub-bacia como de alta densidade de drenagem (VILLELA et al., 1975; TONELLO et al., 2006). Segundo Villela et al. (1975) o índice varia de 0,5 km/km² em bacias com baixa drenagem a 3,5 km/km² em bacias bem drenadas. O mapa da densidade de drenagem demonstrou pontos com maior concentração na porção norte e oeste da sub-bacia (Figura 6). Esse índice indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem e retrata a velocidade em que a água deixa o sistema. Nessas condições, os valores altos caracterizam bacias altamente dissecadas e com resposta rápida à chuva, ao passo que os valores baixos correspondem bacias mal drenadas, com baixa velocidade de resposta hidrográfica. Salienta-se que o referido índice se constitui em importante instrumento no planejamento e manejo de bacias hidrográficas (CARDOSO et al., 2006; BACK, 2014; FONSECA et al., 2014).

Referente à densidade de rios (D_r), esse parâmetro foi de 36,21 rios/km², definindo a sub-bacia como de alta densidade (LOLLO, 1995). A densidade de rios (D_r) está diretamente associada ao índice anterior (D_d), pois depende do aumento do número de canais, e pode indicar, assim como a densidade de drenagem, se há maior ou menor dissecção da bacia (FONSECA et al., 2014). Os valores baixos apontam que a D_r não corresponde a um elemento de grande importância na dissecção do relevo, sendo uma bacia onde o material erodido tende a permanecer retido na mesma (FONSECA et al., 2014).

A relação de alongamento (R_e), de acordo com Schumm (1956), é a razão entre o diâmetro do círculo da mesma área da bacia de drenagem e o comprimento máximo da bacia. Khanday et al. (2017) ressaltam que os valores desse parâmetro podem ser divididos em três categorias: circular (> 0,9), oval (0,9-0,8) e alongado (< 0,7). Os valores mais próximos a 1,0 geralmente são encontrados nas regiões de baixos relevos, enquanto valores entre 0,6 e 0,8 são comumente associados aos platôs, com alta declividade e terrenos íngremes (STRAHLER, 1964). O resultado de R_e obtido para a Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo, em Minas Gerais, foi de 0,66, caracterizando-a como bacia alongada, indicativo de que há propensão à ocorrência de erosão e carreamento de sedimentos, associado com processos de assoreamento (REDDY et al., 2004; KHANDAY et al., 2017).

O índice de circularidade (I_c) mostra que as bacias com os valores próximos a 1,0 possuem formatos circulares, já as com os valores mais próximos de 0 correspondem às mais estreitas e alongadas (WANI et al., 2018). A Sub-bacia do Rios Mogi e Pardo - MG apresentou o valor de 0,22 para o índice de circularidade, o que a caracteriza como uma bacia mais alongada. Bacias mais alongadas (I_c < 0,51) apresentam escoamento baixo a moderado, ao passo que aquelas cujas formas são mais circulares (I_c > 0,51) possuem um escoamento reduzido, com alta probabilidade de ocorrência de cheias e inundações (ALVES et al., 2003).

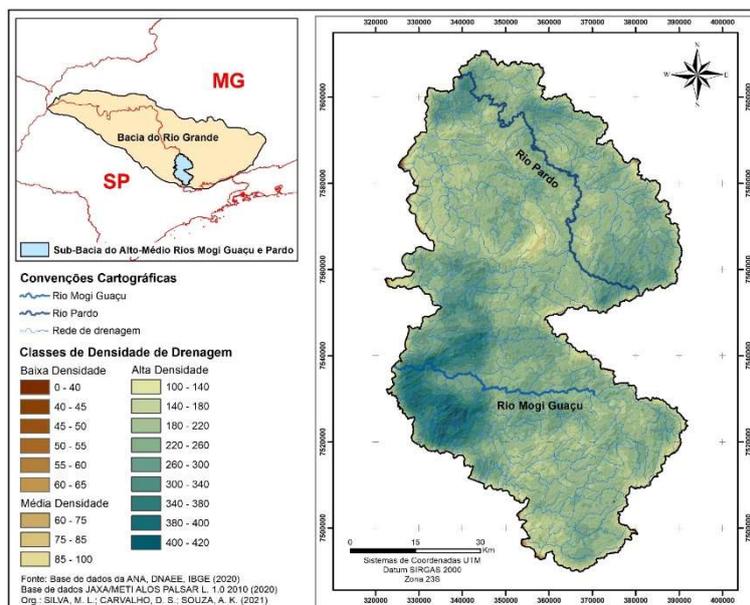


Figura 6: Classes de densidade de drenagem da Sub-bacia do Alto-Médios Rios Mogi Guaçu e Pardo em Minas Gerais.

Na Sub-bacia do Rios Mogi e Pardo o fator de forma (F_f) foi de 0,34, confirmado seu formato alongado e ratificando a interpretação sobre o índice de circularidade e a relação de alongamento. O fator de forma (F_f) também corresponde a indicativo determinante do formato da bacia e do sistema de drenagem, refletindo na interpretação do comportamento e de processos hidrológicos que, eventualmente, podem ser influenciados por outros fenômenos, como os geológicos (CARDOSO et al., 2006). Segundo Villela et al. (1975) uma bacia com um fator de forma baixo está menos sujeita a enchentes do que aqueles com o mesmo tamanho, mas com F_f maior.

Parâmetros Hipsométricos

Os resultados da caracterização do relevo compreenderam os parâmetros de amplitude da bacia (B_h), altitude máxima (H_{max}), altitude mínima (H_{min}), índice de rugosidade (I_r), tempo de concentração (T_c) e relação de relevo (R_r) (Tabela 5).

Tabela 5: Parâmetros hipsométricos da Bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo.

Altitude (msnm)		Amplitude do Relevo na Bacia (B_h)			I_r	T_c	R_r
Máximo (H_{max})	Mínimo (H_{min})	Média	(m)				
1.802	667	1.136,14	1.135	5.547,32	12,31	9,24	

O índice de amplitude do relevo na bacia (B_h) foi de 1.135 metros, com altitude máxima de 1.802 metros acima do nível do mar. Valores de B_h altos, como o da sub-bacia em questão, aumentam a velocidade média do escoamento na calha do rio, associada à baixa sinuosidade e no menor tempo de concentração do canal (MENEZES et al., 2014).

A classificação do índice de rugosidade proposta por Melton (1957) associa valores entre a densidade de drenagem e amplitude altimétrica, expressada por valores de declividade. Na Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo, em Minas Gerais, o índice de rugosidade (I_r) encontrado foi 5.547,32, indicando acentuado escoamento superficial e alta susceptibilidade a processos erosivos. O índice de rugosidade (I_r)

constitui importante parâmetro morfométrico, pois quanto mais rugoso o relevo, maior será a capacidade de escoamento superficial, gerando maiores riscos e possibilidade de enchentes (SANTOS et al., 2013).

O tempo de concentração (T_c), que descreve a duração que o fluxo hidrológico leva para chegar até seu exultório, foi de 12,31 horas para a sub-bacia (Tabela 2). O T_c corresponde ao tempo necessário para que toda área de uma bacia hidrográfica contribua para o escoamento superficial na saída de uma secção (SILVEIRA, 2005). O tempo de concentração constitui parâmetro fundamental para análises hidrológicas, sendo essencial na determinação de vazões máximas de pequenas e grandes bacias hidrográficas (SOUZA et al., 2017; MAMÉDIO et al., 2018).

No entanto, a relação de relevo (R_r) foi de 9,24 m/km, indicando um escoamento lento. Em estudos realizados na Bacia Hidrográfica do Igarapé Amaro, Lira et al. (2012) observaram um valor de R_r de 6,99 m/km, bem próximo ao encontrado na sub-bacia objeto de estudo, e apontaram a declividade e a altimetria como fatores contribuem para o escoamento superficial da bacia. Expressiva área da Sub-bacia do Alto-Médios Rios Mogi Guaçu e Pardo - MG apresentam declividade acima de 20%, com relevo ondulado a montanhoso (Figura 7).

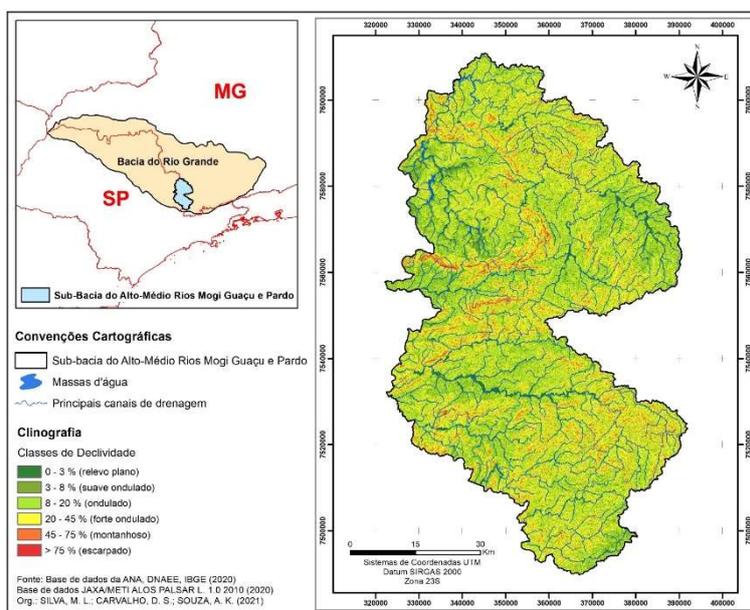


Figura 7: Mapa clinográfico da Bacia do Rio Mogi Guaçu e Pardo em Minas Gerais.

Os perfis longitudinais dos dois principais rios (Figura 8) evidenciam o auto gradiente de declividade, definida como a relação entre a altimetria e o comprimento dos cursos d'água (CHRISTOFOLETTI, 1980). A hipsometria da sub-bacia demonstrou grandes porções de áreas acima de 920 metros (Figura 8), fato ratificado pela distribuição das altitudes e pelo percentual da área acumulada, expresso pela curva hipsométrica (Figura 9).

A curva hipsométrica, segundo Christofoletti (1980), representa o modo como o volume rochoso, localizado abaixo da superfície topográfica, está distribuído desde a base até o topo, ou seja, consiste na representação gráfica da variação de altitude em relação à área da bacia da bacia. Verificou-se a predominância de médias altitudes na área de estudo, sendo 50% das áreas com altitudes maiores que 900 metros (Figuras 8 e 9). A variação de altitudes em bacias hidrográficas tem grande importância na dinâmica

do comportamento das chuvas e temperaturas (VILLELA et al., 1975). Na parte baixa da bacia o relevo é predominantemente suave a plano, com baixas declividades (Figuras 7 e 8). Strahler (1952) relaciona a curvatura hipsométrica à idade do compartimento rochoso, de forma que quanto mais acentuada a concavidade hipsométrica, mais antigo é o compartimento representado.

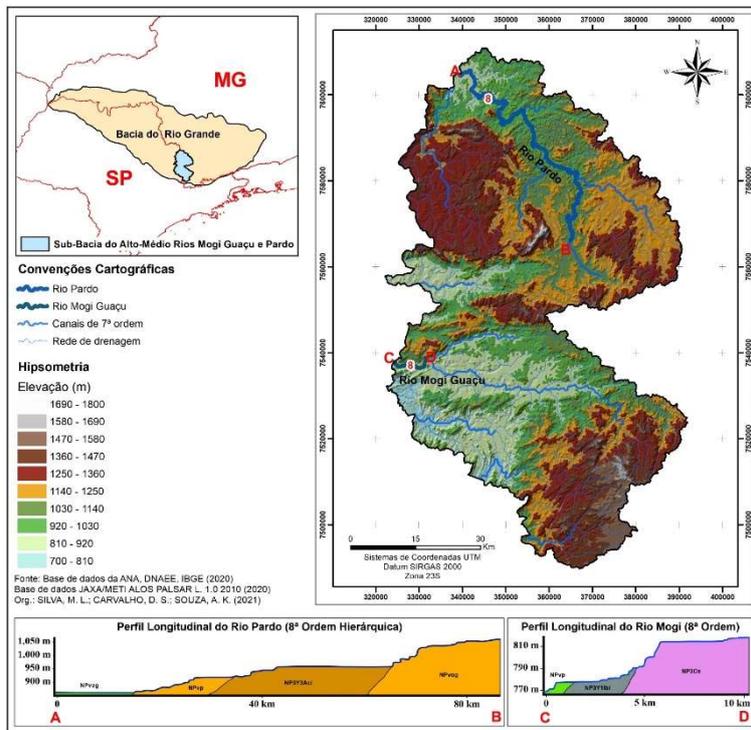


Figura 8: Mapa hipsométrico da Bacia do Rio Mogi Guaçu e Pardo em Minas Gerais.

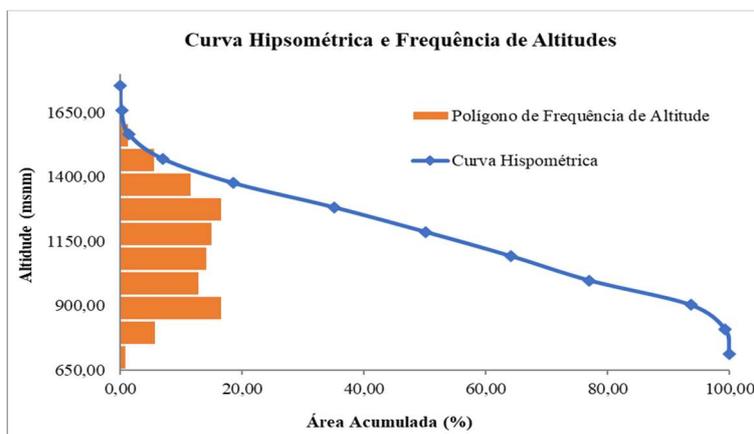


Figura 9: Curva hipsométrica da Sub-bacia do Alto-Médios Rios Mogi Guaçu e Pardo - MG.

A curva hipsométrica é um fator muito importante na análise do comportamento do relevo da sub-bacia, pois através dele é possível notar se há uma curva muito acentuada sugerindo uma intensa assimetria nos valores de altimetria, com alta concentração de dados em poucas classes, indicando a existência de um relevo bem movimentado (ROCHA et al., 2016).

CONCLUSÕES

A Sub-bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo - MG constitui bacia de 8ª ordem hierárquica,

com padrão de drenagem dendrítico, razão de bifurcação indicativo da presença de solos com permeabilidade mediana e canais principais com sinuosidade transicional (meandrante e retilíneo), necessitando de uma área de manutenção relativamente alta.

Os parâmetros areais demonstraram que a sub-bacia possui uma área extensa com uma rede de drenagem bem distribuída, alta densidade de drenagem e densidade de rios e formato alongado, indicativo de baixa possibilidade às cheias e inundação, considerando a bacia como um todo.

Hipsometricamente, a sub-bacia possui amplitude de 1.135 metros, predominância de médias altitudes, com 50% das áreas em altimetrias superiores a 900 metros e relação de relevo de 9,24 m/km, o que possibilita a inferência de um escoamento lento na bacia.

Os parâmetros morfométricos analisados são de fundamental importância para o entendimento da morfodinâmica da bacia e para o processo de planejamento e gestão ambiental.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Núcleo Institucional de Pesquisa e Extensão do IFSULDEMINAS - *Campus Inconfidentes* (NIPE), ao IFSULDEMINAS e ao CNPq pela contribuição e apoio financeiro, e ao IGE-UNICAMP pela parceria.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N.. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. 3 ed. São Paulo: Ateliê, 2003.

ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A.. Influência das feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v.33, n.2, p.117-124, 2003.

BACK, A. J.. **Bacias Hidrográficas:** classificação e caracterização física. Florianópolis: Epagri, 2014.

BATISTA, D. F.; CABRAL, J. B. P.; ROCHA, T.; BARBOSA, G. R.. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio-GO. **Geoambiente**, n.29, p.15-35, 2018. DOI: <http://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i29.50882>

BOIN, M. N.; ZANATTA, F. A. S.; CUNHA, C. M. L.. Avaliação da morfometria do relevo da Alta Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Areia Dourada, Marabá Paulista (SP). **Caderno Prudentino de Geografia**, v.2, n.36, p.5-26, 2014.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>

CHEREM, L. F. S.. **Análise morfométrica da bacia do alto Rio das Velhas:** comparação de metodologias e dados. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A.. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

DORNELLAS, P. C.; XAVIER, R. A.; SILVA, R. M.; SEABRA, V. S.. Análise morfométrica da Bacia do Alto Rio Paraíba, região semiárida do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.21, n.3, p.601-614, 2020. DOI: <http://doi.org/10.20502/rbg.v21i3.1757>

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999.

FONSECA, B. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R.. Análise morfométrica de bacias de drenagem e sua relação com a estrutura geológica, Serra do Espinhaço Meridional-MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.15, n.2, p.153-172, 2014. DOI: <http://doi.org/10.20502/rbg.v15i2.296>

FREITAS, R. O.. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. **Boletim Paulista de Geografia**, v.11, p.53-57, 1952.

HORTON, R. E.. Erosional development of streams and their drainage basins. Hydrophysical approach to quantitative morphology: **Geological Society of America Bulletin**, v.56, n.3, p.275-370, 1945. DOI: [http://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56<275:EDOSAT>2.0.CO;2](http://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56<275:EDOSAT>2.0.CO;2)

KER, J. C.. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, v.5, n.1, p.17-40, 1997. DOI: <http://doi.org/10.18285/geonomos.v5i1.187>

KHANDAY, M. Y.; JAVED, A.. Hydrological investigations in the semi-arid Makhawan watershed, using morphometry. **Appl Water Sci**, v.7, n.7, p.3919-3936, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1007/s13201-017-0545-1>

- LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A.. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.54, n.2, p.121-126, 2001. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0370-44672001000200008>
- LEAL, M. S.; TONELLO, K. C.. Análise da morfometria e do uso e cobertura da terra da microbacia do córrego Ipaneminha de baixo, Sorocaba, SP. **Floresta**, v.46, n.4, p.439-446, 2016. DOI: <http://doi.org/10.5380/RF.V46I3.45809>
- LIRA, E. M.; NASCIMENTO, F. I. C.; ALMEIDA, G. O.. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé Amaro, Acre-Brasil. **Revista Geonorte**, v.3, n.4, p.606-616, 2012.
- LOLLO, J. A.. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas**. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.
- MAMÉDIO, F. M. P.; CASTRO, N. M. R.; CORSEIUL, C. W.. Tempo de concentração para bacias rurais monitoradas na região do Planalto Basáltico no Sul do Brasil. **REGA**, v.15, p.17, 2018. DOI: <http://doi.org/10.21168/rega.v15e1>
- MELTON, M. A.. An analysis of the relations among elements of climate, surface properties, and geomorphology, **Technical Report No. 11**, Office of Naval Research Project NR 389-042. New York: Columbia University, 1957. DOI: <http://doi.org/10.7916/d8-0rmg-j112>
- MENEZES, J. P. C.; FRANCO, C. S.; OLIVEIRA, L. F. C.; BITTENCOURT, R. P.; FARIAS, M. S.; FIA, S.. Morfometria e evolução do uso do solo e da vazão de máxima em uma micro bacia urbana. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.15, n.4, p.659-672, 2014. DOI: <http://doi.org/10.20502/rbg.v15i4.597>
- MILLER, V. C. A.. **Quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clich Mountain Area**. Technical Report. Columbia University, 1963.
- OZDEMIR, H.; BIRD, D.. Evaluation of morphometric parameters of drainage networks derived from topographic maps and DEM in point of floods, **Environmental Geology**, v.56 n.7, p.1405-1415, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00254-008-1235-y>
- QUEIROZ, P. H. B.; CRISPIM, A. B.; SILVA, J. M. O.; SALES, M. C. L.. Parâmetros morfométricos lineares e zonais aplicados a um segmento do médio curso da bacia hidrográfica do Rio Pacoti - CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v.19, n.1, p.140-153, 2017.
- REDDY, G. P. O.; MAJI, A. K.; GAJBHIYE, K. S.. Drainage morphometry and its influence on landforms characteristics in basaltic terrain, central India-a remote sensing and GIS approach. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v.6, n.1, 1-16, 2004. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jag.2004.06.003>
- ROCHA, V. N. L.; SANTOS, C. A. G.. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Nazaré, Ji-paraná, Rondônia. **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.4, p.1092-1101, 2016.
- ROSS, J. L. S.. Landforms and environmental planning: potentialities and fragilities. **Revista do Departamento de Geografia**, p.38-51, 2012. DOI: <http://doi.org/10.7154/RDG.2012.0112.0003>
- SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W.. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.7, n.3, p.195-211, 2012. DOI: <http://doi.org/10.4136/ambi-agua.945>
- SANTOS, E. F.; SOUSA, F. A.. Aspectos morfométricos da bacia do Córrego Tamanduá em Iporá-GO. **ACTA Geográfica**, v.7, n.15, p.191-199, 2013. DOI: <http://doi.org/10.5654/actageo2013.0715.0012>
- SANTOS, R. L.; BRITO D. S.; BARBOSA, R. S.. Estudo morfométrico da Bacia do Riacho Açaizal - MA/Brasil. **Revista Percorso NEMO**, Maringá, v.6, n.1, p.105-126, 2014.
- SCHUMM, S. A.. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Ambos, New Jersey: **Geological Society of America Bulletin**, v.67, n.5, 597-646, 1956. DOI: [http://doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:EODSAS\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2)
- SILVEIRA, A. L. L.. Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.10, n.1, 5-23, 2005. DOI: <http://doi.org/10.21168/rbrh.v10n1.p5-29>
- SOUZA, A. C. C.; SILVA, M. L.. Geoprocessamento aplicado ao levantamento de solos no município de Inconfidentes-MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n.1, p.200-214, 2016. DOI: <http://doi.org/10.26848/rbgf.v9.1.p200-214>
- SOUZA, C. R. G.. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.6, n.1, p.45-61, 2005. DOI: <http://doi.org/10.20502/rbg.v6i1.38>
- SOUZA, L. A.; SOBREIRA, F. G.. Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Carmo: atributos morfométricos, equação de chuva intensa e tempo de concentração, e análise da suscetibilidade a inundação. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.69, n.7, p.1355-1370, 2017.
- SREEDEVI, P. D.; SREEKANTH, P. D.; KHAN, H. H.; AHMED, S.. Drainage morphometry and its influence on hydrology in a semi-arid region: Using SRTM data and GIS. **Environmental Earth Science**, v.70, n.2, 839-848, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1007/s12665-012-2172-3>
- STRAHLER, A. N.. Dynamic basis of geomorphology. **Geological Society of America Bulletin**, v.63, n.9, 23-938, 1952. DOI: [http://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[923:DBOG\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[923:DBOG]2.0.CO;2)
- STRAHLER, A. N.. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: CHOW, V. T.. **Handbook of applied Hidrology**. New York: McGraw-Hill, 1964. p.39-76.
- STIPP, N. A. F.; CAMPOS, R. A.; CAVIGLIONE, J. H.. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Taquara: uma contribuição para o estudo das ciências ambientais. **Portal de Cartografia das Geociências**, v.3, n.1, p.105-124, 2010.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P.. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.5, p.849-857, 2006. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>

VERSTAPPEN, H. T.. **Applied geomorphology: geomorphological surveys for environmental development**. New York: Elsevier, 1983.

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

WANI, M. B.; ALI, S. A.; ALI, U.. Flood Assessment of Lolab Valley from Watershed Characterization Using Remote Sensing and GIS Techniques. In: SINGH, V. P. et al. **Hydrologic Modeling, Water Science and Technology**. Springer Nature Singapore, 2018. p.367-390. DOI: http://doi.org/10.1007/978-981-10-5801-1_26

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157876971080777729/>