1º HIDROGEOMINAS
SIMPÓSIO MINEIRO DE HIDROGEOMORFOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS
07 – 10 de setembro de 2026
Departamento de Geografia – UFMG
Belo Horizonte - MG

Características Morfométricas e Fisiográficas da Bacia de Captação de Água de Abastecimento Florestal

Felipe Matheus Santos Goes [1]
Alessandro Matozinhos da Cunha [2]
Taísa Batista dos Santos[3]
Elizabeth Beatriz Dias Harry [4]
Ana Cecília de Almeida Martins[5]
Rodrigo da Silva de Jesus[6]
Filipe Mendes Viana[7]
Sérgio Henrique Godinho Silva[8]
Hygor Aristides Victor Rossoni[9]

RESUMO

O estudo foi realizado na cidade de Florestal-MG e teve como objetivo analisar e compreender a dinâmica ambiental e suas implicações para a gestão hídrica da região, além do uso e ocupação do solo na região e dos elementos morfométricos da bacia, como solo, área, perímetro, extensão dos corpos d'água, amplitude altimétrica, declividade, média e índice de rugosidade. No estudo, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 e o uso do QGIS, para classificar o uso e ocupação do solo, onde foi possível identificar quatro indicadores principais, sendo eles: área urbana correspondente a 1,76% da área do município, área de vegetação nativa (32,89%), área de agricultura (12,53%) e área de pastagem que corresponde a 52,82% da região, possuindo elevada degradação que aponta como um dos principais fatores de pressão ambiental. A análise morfométrica observa que a bacia possui uma pequena extensão com relevo acidentado e com uma densidade de drenagem mediana, o que facilita o escoamento superficial. O estudo observa um uso inadequado, especialmente a degradação das pastagens e a ocupação irregular em áreas de preservação permanente, aumentando impactos erosivos e de assoreamento. Uma vez que a pecuária leiteira é a principal atividade agropecuária da região, reforça-se a importância do uso e manejo sustentável do solo e dos recursos hídricos da região, a fim de diminuir impactos e melhorar a sustentabilidade regional.

Palavras-chave: Morfometria; bacia hidrográfica; recursos hídricos; uso e ocupação do solo.

---

[1]Mestrando em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários da UFV – Campus Florestal, felipe.goes@ufv.br;
[2]Mestrando em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários da UFV – Campus Florestal, lecomatozinhos@gmail.com;
[3]Mestranda em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários da UFV – Campus Florestal, taisa.batista@ufv.br;
[4]Graduanda do Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal, elizabeth.harry@ufv.br;
[5]Graduanda do Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal, ana.cecilia.martins@ufv.br;
[6]Graduando do Curso em Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal, rodrigo.s.jesus@ufv.br;
[7]Graduando do Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal, filipe.m.viana@ufv.br;
[8]Doutor em Ciência do Solo pela UFLA. Docente do departamento de Ciência do solo – UFLA, sergio.silva@ufla.br;
[9]Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Orientador e Membro Permanente do Mestrado Acadêmico em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários da UFV – Campus Florestal, rossoni@ufv.br.

1. INTRODUÇÃO

A análise de bacias hidrográficas constitui uma ferramenta essencial para a gestão e planejamento ambiental, uma vez que permite ver as interações entre os componentes físicos do espaço. O uso de práticas georreferenciadas são utilizadas para acompanhar perfis de vulnerabilidade física e ajudar no diagnóstico da dinâmica ambiental (Macedo; Ribeiro; Silva, 2021), usando indicadores de processos erosivos, assoreamento de corpos hídricos e a degradação de áreas produtivas.

Desse modo, Silva et al. (2018) ressaltam que a análise morfométrica é essencial uma vez que, as características morfométricas constituem elementos indispensáveis para o planejamento e avaliação do uso hidrológico dos recursos hídricos de uma região, de modo em que a análise morfométrica auxilia na tomada de decisões e melhora o manejo racional do solo e água da região analisada.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar o uso e ocupação da terra, as características morfométricas e as classes de solos da Bacia do Ribeirão Camarão, em Florestal - MG. Buscando compreender e contribuir para o uso e gestão sustentável dos recursos hídricos da região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização morfométrica das bacias hidrográficas, junto com a análise do uso da terra e das classes de solo, permite identificar fragilidades ambientais e pensar em formas e estratégias de manejos adequadas, fornecendo informações sobre a bacia, seu sistema de drenagem e a vulnerabilidade a processos erosivos.

Para a classificação de uso e ocupação da terra, foi utilizada a técnica supervisionada que é realizada com base na composição colorida de imagens do satélite Landsat 8 obtidas por meio da plataforma USGS Earth Explorer (2024). Para isso, foi utilizado também o complemento *Dzetsaka* do QGIS (2024), no qual foram realizadas a amostragem e classificação de quatro classes de uso e ocupação da terra: i) área de mata (vegetação nativa); ii) agricultura; iii) pastagem; e iv) áreas urbanizadas e infraestrutura.

2.1 Características morfométricas da bacia

Após a delimitação da bacia hidrográfica, foram calculados os parâmetros relacionados à morfometria da bacia do Ribeirão Camarão, objetivando a sua caracterização (Tabela 1).

A área de drenagem de uma bacia corresponde à área plana delimitada pelos divisores topográficos que separam as bacias adjacentes. O cálculo da área correspondente à bacia foi realizado pelo *software* QGIS, por meio da calculadora de campo.

A distribuição dos canais ao longo da bacia foi obtida por meio da função '*Channel network',* contida no complemento SAGA Next Gen do QGIS. Essa função tem como base a classificação de canais proposta por Strahler (1957), em que canais sem tributários são considerados de primeira ordem; canais de segunda ordem são originados da confluência de canais de primeira ordem, e assim sucessivamente.

Para o cálculo da extensão total dos cursos d'água foi utilizada a camada resultante da análise de '*Channel network*', sendo posteriormente dissolvida essa camada vetorial, para que, por fim, por meio da calculadora de campo, fosse obtida a extensão total dos canais.

Tabela 1- Características morfométricas.

Fator/Característica	Autor/referência	Equação	Significado ou Interpretação
Densidade de drenagem (Dd)	Horton (1945); Beltrame (1994)	$Dd = Lt / A$	Relação entre o comprimento total dos cursos d'água (Lt) e a área da bacia (A), indicando a eficiência do sistema de drenagem e a resposta hidrológica à precipitação. Classificação: baixa (<0,5), mediana (0,5–2,0), alta (2,01–3,5) e muito alta (>3,5).
Fator de forma (Kf)	Villela e Mattos (1975); Silva e Mello (2008)	$Kf = A / L^2$	Índice que relaciona a área da bacia ao comprimento do curso principal (L), indicando a tendência de concentração do escoamento. Classificação: 1,00–0,75 (bacia propensa a enchentes), 0,75–0,50 (tendência mediana), <0,50 (baixa propensão a enchentes).
Coeficiente de compacidade (Kc)	Villela e Mattos (1975); Silva e Mello (2008)	$Kc = 0,28 \cdot (P / \sqrt{A})$	Relação entre o perímetro da bacia (P) e o perímetro de um círculo de área equivalente, indicando o grau de alongamento. Classificação: 1,00–1,25 (alta propensão a enchentes), 1,25–1,50 (média propensão), >1,50 (baixa propensão).
Amplitude altimétrica	Elaboração própria a partir de MDE	$Hm = Hmáx - Hmín$	Diferença entre as altitudes máxima e mínima da bacia, representando a variação vertical do relevo.
Declividade média do terreno	Elaboração própria a partir de MDE (QGIS)	$S = (\Delta h / \Delta d) \times 100$	Representa a inclinação média do terreno, influenciando o escoamento superficial e os processos erosivos.
Índice de rugosidade (Ir)	Strahler (1958); Silva et al. (2018);	$Ir = Dd \times Hm$	Índice que relaciona a densidade de drenagem e a amplitude altimétrica, indicando a energia do relevo e a suscetibilidade à erosão. Classificação:

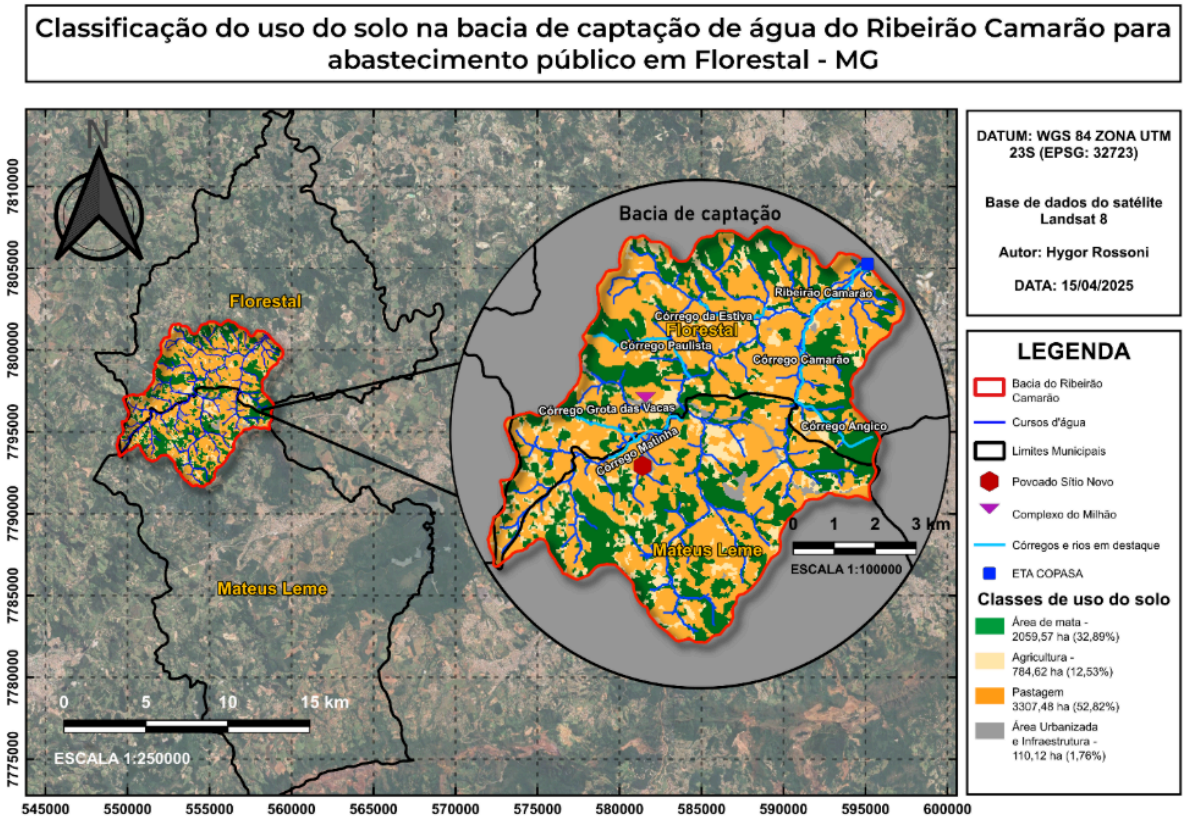
	Sousa e Rodrigues (2012)		fraca (0–150 – relevo plano), média (151–550 – suave ondulado), forte (551–950 – ondulado), muito forte (>950 – forte ondulado a escarpado).
Densidade de canais (Dc)	Horton (1945); Christofoletti (1980)	Dc = N / A	Relação entre o número de cursos d'água (N) e a área da bacia (A), indicando a capacidade de geração de novos canais em função das características ambientais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Mapas de uso e cobertura da terra na bacia de contribuição do manancial de abastecimento

Na área analisada (Figura 1), que representa a área da bacia do manancial de captação de água de abastecimento público para o município de Florestal – MG, foi possível constatar que o município de Florestal contribui com 34,65 km² (55,59%) da área da bacia de captação do Ribeirão Camarão, enquanto o município de Mateus Leme contribui com 27,68 km² (44,41%).

Figura 1 - Cobertura e uso da terra na bacia de contribuição do manancial de abastecimento público de Florestal – MG.



Quanto ao uso e ocupação dos solos, a classe predominante é a de pastagem (Figura 1), que em sua maioria apresenta-se degradada, representando 52,82% do total, seguido pelas áreas de mata (vegetação) com 32,89% do total.

No tocante à produção de água, o principal problema encontrado na bacia é a degradação das pastagens. É sabido que a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica estão relacionadas ao uso da terra que se faz nesta bacia.

Figura 2 - Áreas degradadas na região do Japonês e Barreado, em que: (a) pisoteio de animais com acesso ao curso d'água e (b) ausência de APP hídrica e caminhos preferenciais de passagem de animais para a dessedentação



Fonte: Acervo pessoal

A produção pecuária concentra-se, principalmente, na bovinocultura de leite, com um rebanho de 16.841 bovinos, incluindo 6.933 vacas ordenhadas. A produção anual de leite registrada é de cerca de 7,2 milhões de litros, o que demonstra a relevância dessa atividade para a economia local (IBGE, 2017). Além disso, há produção vegetal em pequena escala, com foco em culturas anuais, como milho (330 hectares de área cultivada), e permanentes, como banana e frutas cítricas (Florestal, 2021).

Cabe destacar que a outorga de direito de uso dos recursos hídricos é um dos principais instrumentos de gestão hídrica e é indispensável para certificar o uso racional e justo da água, de acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997). Nesse caso, no município de Florestal, boa parte dos usuários já são regularmente outorgados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), mas há obstáculos quanto à fiscalização e à normatização de usos difusos não cadastrados, de modo especial em áreas rurais (CBHSF, 2024).

Em termos da prestação dos diferentes serviços de saneamento, não há sistema de coleta pública de resíduos sólidos na área da bacia no trecho do município de Florestal. Por isso, é comum encontrar, ao longo desta, pontos de descarte de resíduos domésticos de construção civil.

A maior parte do efluente doméstico gerado é despejado em fossas absorventes e no curso d'água mais próximo, praticamente 80% das residências adotam essa solução (PMF, 2023). No entanto, há exceções como o condomínio Terra Viva, o Complexo do Milhão e algumas residências isoladas, as quais possuem fossa séptica ou outras soluções consideradas adequadas em termos ambientais.

Segundo o Diagnóstico de Saneamento Básico Rural do Município de Florestal (PMF, 2021), foram registradas 162 residências rurais dispersas em Florestal, resultando em 406 habitantes.

Referente à parte da bacia localizada no município de Mateus Leme (44,41% da área total), os dados do IBGE (2017) reportaram uma população rural dispersa de 449 habitantes na região correspondente à bacia. Por outro lado, com base em informações obtidas junto à Prefeitura Municipal de Mateus Leme, a população estimada da área urbanizada do distrito de Sítio Novo situa-se entre 1.200 e 1.300 habitantes. Essa estimativa corresponde à população total, sendo considerada também a população rural dispersa naquela localidade. De acordo com comunicação direta com a equipe da Prefeitura, esses dados são utilizados internamente no planejamento de políticas públicas e refletem a atual realidade populacional da região, embora ainda não estejam disponíveis em bases públicas do IBGE (PMML, 2025). Desse modo, a estimativa da população que reside nas áreas rurais da Bacia do Ribeirão Camarão, nos dois municípios abrangidos, é de aproximadamente 1.898 a 1.998 pessoas.

3.2 Características morfométricas da bacia do Ribeirão Camarão

O conhecimento das características morfométricas de uma bacia hidrográfica é primordial para o diagnóstico da suscetibilidade à degradação ambiental. Por meio dessas análises, é possível compreender as fragilidades de uma bacia quanto a inundações, processos erosivos e disposição do curso de drenagem da bacia (Umetsu et al., 2012).

No contexto da Bacia do Ribeirão Camarão, localizada em Florestal-MG, com a análise morfométrica (Tabela 2) foram determinados: área (62,33 km²), perímetro (38,16 km), amplitude altimétrica (371 m) e declividade média (17,56%). Tais resultados classificam a bacia como de pequena extensão, mas com relevo acidentado e mediana densidade de drenagem (1,885 km/km²).

O fator de forma (Kf) possui um valor considerado baixo (Kf = 0,606, Tabela 2), indicativo de que a área é pouco provável de apresentar problemas relacionados a inundações e alagamentos, excluindo eventos de precipitações anormais.

A densidade de drenagem (Dd) de uma bacia é calculada pela razão entre o comprimento total dos cursos d'água em uma bacia e a área dessa bacia hidrográfica (Costa; Lança, 2001). Valores baixos de Dd indicam menor capacidade de drenagem e uma resposta baixa da bacia à precipitação. Segundo Vilela e Matos (1975) e com base na densidade de drenagem encontrada na área de estudo (1,885 km/km²), a classificação é de mediana drenagem (Tabela 2).

Tabela 2 - Características morfométricas da bacia do Ribeirão Camarão

Característica	**Valor**	**Classificação**
Área da bacia	62,33 km²	Pequena (Christofoletti, 1980)
Perímetro	38,16 km	-
Fator de forma (Kf) :	0,606	Alongada (Villela; Mattos, 1975)
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,36	Moderadamente compacta (Faustino, 1996)
Altura máxima	1127m	-
Altura mínima	756m	-
Amplitude altimétrica (Hm)	371 m	Alta (Tucci, 1997)
Declividade média	17,56% (obtido por estatística zonal)	Acidentada (Christofoletti, 1980)
Índice de rugosidade (Ct):	Ct = Dd x Hm (em metros) Ct = 1,885 x 371 = 699,33	Forte
Densidade de drenagem (Dd):	1,885 (onde Comprimento dos canais = 118,05 km e área da bacia = 62,62 km²)	Mediana (Villela; Mattos, 1975)
Número total de canais	298	-
Densidade de canais	Dr = N / A => 298 / 62,62 = 4,76	Alta (Christofoletti, 1980)

Conforme indicado na Tabela 2, o índice de rugosidade (Ct = 699,33) e a densidade de canais (Dr = 4,76) foram classificados como altos, o que em conjunto, indica um relevo mais acidentado na área, com maior escoamento superficial e suscetível à erosão. Além disso, há tendência de um maior favorecimento da capacidade de escoamento do que de infiltração de água no solo. Essa situação pode acarretar uma maior propensão à erosão.

Na Figura 2, são expostas algumas situações de drenagem que formam a bacia do Ribeirão Camarão, sendo evidenciadas intervenções no curso d'água principal – canalização (Figura 2 (a)) e

deposição de sedimentos (Figura 2 (b)), a montante do ponto de captação de água para consumo humano, e nas Figura 3 (c) e (d), a jusante da ETA da Copasa, o Ribeirão das Lajes, sendo destacado o alagamento na UFV – Campus Florestal, ocorrido em fevereiro de 2022.

Figura 3 - Situações de drenagem dos cursos d'água da Bacia do Ribeirão Camarão, em que: (a) canalização parcial do córrego Camarão (abril, 2025); (b) local de encontro dos córregos Camarão e grota das vacas, formando o Ribeirão Camarão, evidenciando a deposição de sedimentos próximos às margens (maio, 2025); (c) entrada da UFV – Campus Florestal, evidenciando as lagoas e o prédio da Diretoria Administrativa (janeiro, 2022); e (d) alagamento ocasionado por fortes chuvas na região da cabeceira do manancial, evidenciando a entrada na UFV – Campus Florestal (fevereiro, 2022).



Fontes: acervo pessoal (a) e (b); e assessoria de comunicação da UFV (c) e (d).

4. CONCLUSÕES

O estudo evidenciou que o uso e ocupação da terra em conjunto com as características morfométricas da Bacia do Ribeirão Camarão influência na dinâmica hidrológica da região e na qualidade ambiental.

Foi identificado uma predominância de pastagens degradadas que aumentam o processo erosivo e que contribuem para o escoamento superficial de água. Isso em conjunto com o uso inadequado do solo, eleva as possibilidades de degradamento ambiental, exigindo técnicas mais

adequadas de manejo a fim de reduzir a perda e a fertilidade do solo. Destarte, faz-se necessário a adoção e fortalecimento de práticas de conservação e de planejamento ambiental para melhor preservar os recursos naturais e a sustentabilidade da Bacia.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Em conformidade com a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq (Portaria nº 2.664/2026), declaro que foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial Generativa no desenvolvimento deste trabalho, especificamente o ChatGPT (OpenAI) e o DeepSeek Chat (DeepSeek), entre 2025 e 2026. O uso dessas ferramentas ocorreu para síntese e organização de referências bibliográficas, apoio à reformulação de trechos textuais, padronização de citações e adequação às normas ABNT, além de revisão de consistência terminológica e clareza textual. As ferramentas de IA não foram utilizadas para geração de dados brutos, resultados empíricos ou análises conclusivas da pesquisa, nem houve apresentação de conteúdo gerado por IA como se fosse de autoria exclusivamente humana sem revisão crítica. Todo o conteúdo produzido com apoio de IA foi revisado, validado e editado pelo autor, sendo de sua responsabilidade exclusiva as decisões analíticas, interpretações, discussões e conclusões do trabalho, bem como a veracidade, originalidade e adequação do conteúdo final, inclusive quanto a eventuais imprecisões decorrentes do uso dessas ferramentas.

REFERÊNCIAS

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

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

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. **CBH Rio Paraopeba aprova plano diretor de bacia hidrográfica**. 2024. Disponível em: https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbh-rio-paraopeba-aprova-plano-diretor-de-bacia-hidrografica/. Acesso em: 12 abr. 2025.

COSTA, T.; LANÇA, R. **Hidrologia de superfície**. Faro, 2001.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of American Bulletin, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

IBGE. **Censo agropecuário 2017: resultados preliminares**. 2017. Disponível em: https://censoagro.ibge.gov.br/. Acesso em: 5 maio 2025.

IBGE. **Censo agropecuário 2017: resultados definitivos – Florestal (MG)**. 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br. Acesso em: 5 maio 2025.

MACEDO, M. A.; RIBEIRO, A. J. A.; SILVA, M. L. G. da. **Diagnóstico da fragilidade física de parque natural utilizando ferramentas de geoprocessamento**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 14, n. 4, p. 2059-2070, 2021. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p2059-2070.

PMF. **Diagnóstico de saneamento básico rural do município de Florestal**. 2021.

PMML. **Comunicação institucional via e-mail: contato@mateusleme.mg.gov.br**. Informações fornecidas em: 16 maio 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS 3.34.4 LTR **geographic information system installation guide**. 2024. Disponível em: https://qgis.org/download/.

ROSSONI, H. A. V. **Avaliação do uso e cobertura da terra e de práticas conservacionistas na bacia hidrográfica do manancial de captação de água de abastecimento público de Florestal–MG.** 2025.

SILVA, A. M.; MELLO, C. R. **Apostila de hidrologia. Lavras: Universidade Federal de Lavras**, 2008.

SILVA, G. C. da et al. C**aracterização morfométrica da bacia hidrográfica do riacho Rangel, Piauí, Brasil**. Enciclopédia Biosfera, v. 15, n. 28, p. 244-258, 2018.

SILVA, Gustavo Cassiano da; ALMEIDA, Fillipe de Paula; ALMEIDA, Rherison Tyrone Silva; MESQUITA, Marcio; ALVES JUNIOR, José. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do riacho Rangel-Piauí, Brasil**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 15, n. 28, p. 244–255, 2018. DOI: 10.18677/EnciBio_2018B22.

SOUSA, F. A. de; RODRIGUES, S. C. **Aspectos morfométricos da alta bacia do rio dos Bois em Iporá-GO**. Mercator, v. 11, n. 25, p. 141-151, 2012.

STRAHLER, A. N. **Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms**. Geological Society of America Bulletin, v. 69, p. 279-300, 1958.

STRAHLER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Transactions of the American Geophysical Union, v. 3 8, n. 6, p. 913-920, 1957.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 1997.

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