

Características hidrogeomorfológicas da microbacia Três Galhos, Amazônia Ocidental, Brasil

Hydrogeomorphometric characteristics of the Três Galhos microbasin, Western Amazon, Brazil

Características hidrogeomorfológicas de la microcuenca Três Galhos, Amazonia occidental, Brasil

Recebido: 27/01/2021 | Revisado: 01/02/2021 | Aceito: 05/02/2021 | Publicado: 10/02/2021

Eduarda Costa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2771-5968>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: eduardacdsilva@gmail.com

Wesley Mesquita Praia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7985-1577>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: wesleyesquitapraia@gmail.com

Anderson Assis dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0607-2526>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: andersonassis06@gmail.com

Luane Andrade Palmela Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6478-580X>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: cardoso.luane@gmail.com

Francisco Adilson dos Santos Hara

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3215-953X>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: fhara@ufam.edu.br

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1356-8511>
Cavalheiro Engenharia Rural e Empresarial LTDA, Brasil
E-mail: engflo.ro@gmail.com

Jhony Vendruscolo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3043-0581>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: jhonyvendruscolo@gmail.com

Resumo

A aquisição de informações sobre as características da paisagem é essencial para o planejamento de uso e conservação dos recursos naturais. Em face ao exposto, o presente estudo tem como objetivo disponibilizar informações geométricas, topográficas e hidrográficas da microbacia do rio Três Galhos. Para a aquisição das informações foram utilizados softwares (QGIS, Google Earth e TrackMaker Free), imagens altimétricas (satélite ALOS) e equações, e para a discussão dos resultados foram utilizados dados da literatura. A microbacia do rio Três Galhos tem área de 23,24 km², perímetro de 26,13 km, forma alongada, baixa suscetibilidade a inundações (ponto de vista geométrico), altitudes de 247 a 444 m, predominância do relevo suave ondulado (45,1%), rede de drenagem de 91,33 km, padrão dendrítico, 6^a ordem de drenagem (elevada condição para habitação de peixes), 12,62 nascentes km⁻² (alta), densidade de drenagem de 3,93 km km⁻² (muito alta), índice de sinuosidade de 39,94% (canal principal sinuoso), coeficiente de manutenção de 254,5 m⁻¹ e tempo de concentração de 2,28 h (baixo). Portanto, as informações obtidas da microbacia do rio Três Galhos, podem auxiliar no planejamento e gestão dos recursos naturais na região, através de instituições (públicas e privadas) e proprietários de imóveis rurais, possibilitando a manutenção ou melhoria da qualidade de vida das gerações atuais e futuras.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; Características da paisagem; Planejamento Ambiental; Conservação dos recursos naturais.

Abstract

The acquisition of information about the characteristics of the landscape is essential for planning the use and conservation of natural resources. In view of the above, the present study aims to provide geometric, topographic and hydrographic information on the Três Galhos river microbasin. For the acquisition of information we use software (QGIS, Google Earth and TrackMaker Free), altimetric images (ALOS satellite) and equations, and for the discussion of the results we use data from the literature. The Três Galhos river microbasin has an area of 23.24 km², a perimeter of 26.13

km, an elongated shape, low susceptibility to flooding (geometric point of view), altitudes from 247 to 444 m, predominance of smooth undulating relief (45,1%), drainage network of 91.33 km, dendritic pattern, 6th drainage order (high condition for housing fish), 12.62 springs km⁻² (high), drainage density of 3.93 km km⁻² (very high), sinuosity index of 39.94% (main sinuous channel), maintenance coefficient of 254.5 m² m⁻¹ and concentration time of 2.28 h (low). Therefore, the information obtained from the Três Galhos river microbasin can assist in the planning and management of natural resources in the region, through institutions (public and private) and rural property owners, enabling the maintenance or improvement of the quality of life of current generations and future.

Keywords: Remote sensing; Landscape characteristics; Environmental planning; Conservation of natural resources.

Resumen

La adquisición de información sobre las características del paisaje es fundamental para planificar el uso y conservación de los recursos naturales. En vista de lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo proporcionar información geométrica, topográfica e hidrográfica sobre la microcuenca del río Três Galhos. Para adquirir la información se utilizaron software (QGIS, Google Earth y TrackMaker Free), imágenes altimétricas (satélite ALOS) y ecuaciones, y los resultados se discutieron con base en datos de la literatura. La microcuenca del río Três Galhos tiene un área de 23,24 km², un perímetro de 26,13 km, forma alargada, baja susceptibilidad a inundaciones (punto de vista geométrico), altitudes de 247 a 444 m, predominio de relieve suave ondulado (45,1%), red de drenaje de 91,33 km, patrón dendrítico, 6° orden de drenaje (condición alta para albergar peces), 12,62 manantiales km⁻² (alto), densidad de drenaje de 3,93 km km⁻² (muy alto), índice de sinuosidad del 39,94% (canal sinuoso principal), coeficiente de mantenimiento de 254,5 m² m⁻¹ y tiempo de concentración de 2,28 h (bajo). Por tanto, la información obtenida de la microcuenca del río Três Galhos puede ayudar en la planificación y gestión de los recursos naturales de la región, a través de instituciones (públicas y privadas) y propietarios rurales, posibilitando el mantenimiento o mejora de la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.

Palabras clave: Teledetección; Características del paisaje; Planificación ambiental; Conservación de recursos naturales.

1. Introdução

A microbacia do rio Três Galhos está inserida dentro da bacia do rio Guaporé e sub-bacia do rio Corumbiara, região conhecida pela importância ecológica, por abrigar espécies de aves ameaçadas de extinção e endêmicas (Santos Júnior & Alves, 2014), e econômica, por abranger 31 estabelecimentos agropecuários privados (INCRA, 2019). Para conciliar a conservação ambiental e o desenvolvimento econômico é necessário um planejamento rigoroso, com base nas características da paisagem, uma vez que permitem a análise de riscos de inundação, identificação do potencial agropecuário, seleção de práticas de manejo do solo e água, avaliação da disponibilidade hídrica e delimitação das áreas prioritárias para a manutenção da cobertura florestal.

A microbacia é uma área de captação natural da água da chuva, composta por nascentes que formam uma rede de drenagem, responsável por direcionar o fluxo hídrico para um ponto de saída conhecido como exutório (Tucci, 1993). As principais informações associadas a esta unidade de gestão podem ser reunidas em três categorias, denominadas de geométrica, topográfica e hidrográfica, e obtidas por meio de geotecnologias (Simões, et al., 2019; Soares, et al., 2019; Panza, et al., 2020). O sensoriamento remoto e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) são geotecnologias que possibilitam a aquisição de dados da superfície terrestre sem o contato direto com o alvo, o cruzamento e a análise das informações, e a elaboração de relatórios e mapas digitais (Moreira, 2001), que facilitam a interpretação dos resultados e o planejamento de estratégias para melhorar a gestão dos recursos naturais.

Logo, este trabalho tem como objetivo disponibilizar informações geométricas, topográficas e hidrográficas da microbacia do rio Três Galhos, para auxiliar o planejamento ambiental em instituições públicas e estabelecimentos agropecuários privados.

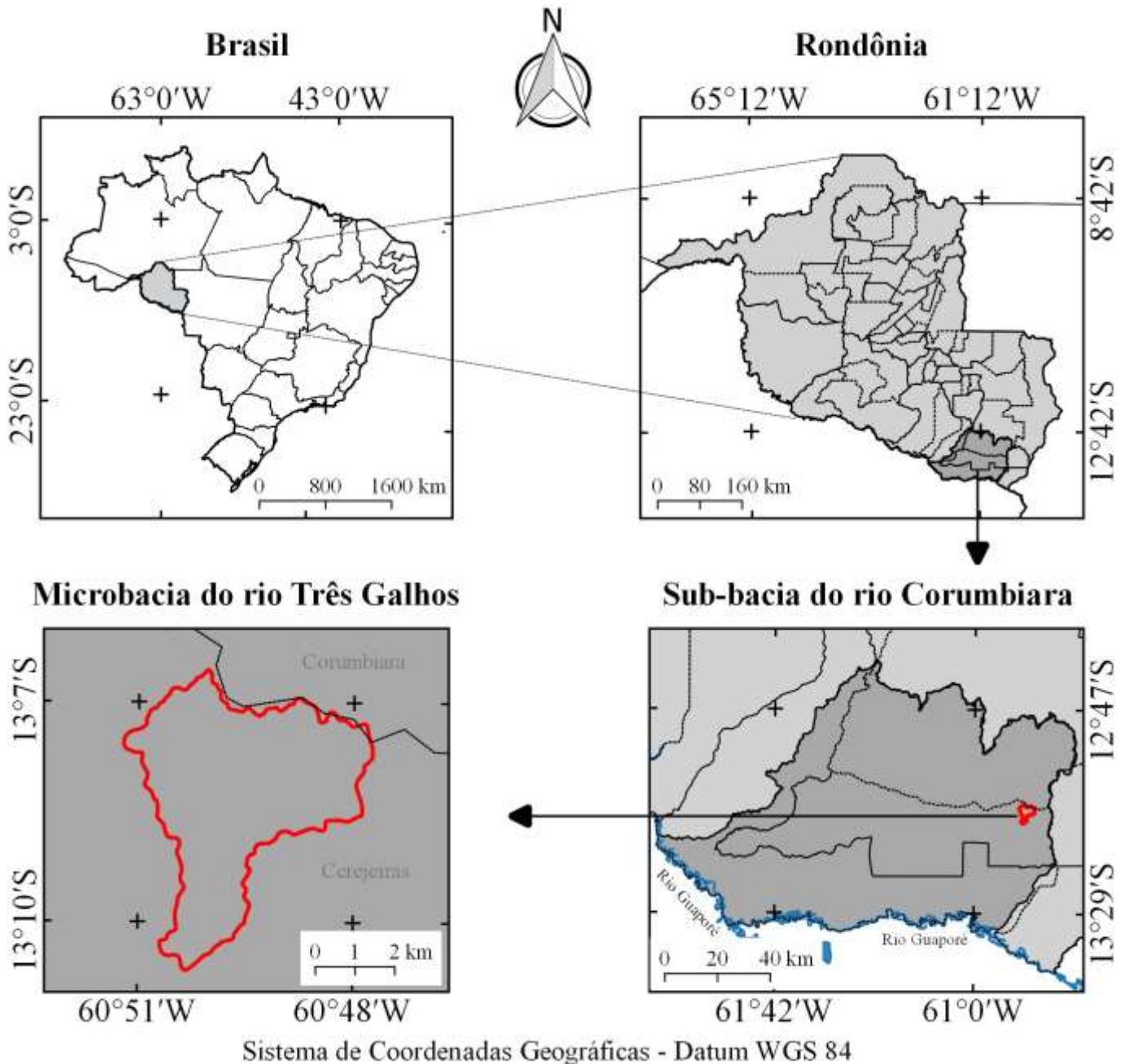
2. Metodologia

2.1 Localização e características gerais da área de estudo

A microbacia do rio Três Galhos está inserida na sub-bacia do rio Corumbiara, que está localizada nos municípios de Cerejeiras (99,78%) e Corumbiara (0,22%) (Figura 1). Esta região tem clima classificado como Monção, temperaturas médias

entre 24 e 26°C (Alvares, et al., 2014) e precipitação média anual de 1.728,9 a 1.843,7 mm, que ocorrem principalmente nos meses de novembro a março (Franca, 2015).

Figura 1. Localização da microbacia do rio Três Galhos, Amazônia Ocidental, Brasil.



Fonte: Autores.

2.2 Análise das características da paisagem

No trabalho foram utilizadas metodologias quantitativas para aquisição das características geométricas, topográficas e hidrográficas, em seguida, metodologias qualitativas. A metodologia quantitativa possibilita a coleta de dados numéricos por meio do uso de medições de grandezas, e a metodologia qualitativa permite a interpretação destes dados e a elaboração de opiniões sobre o fenômeno (Pereira, et al., 2018). Essas informações da paisagem foram obtidas por sensoriamento remoto,

utilizando softwares gratuitos (QGIS 2.10.1 - versão Pisa, Google Earth e TrackMaker Free), imagem altimétrica do satélite Alos (ASF, 2017) e equações disponíveis na literatura.

Características geométricas

Área e perímetro: inicialmente foi realizada a delimitação automática da área de interesse com base em dados altimétricos, utilizando a ferramenta TauDEM (1° - Pit Remove; 2° - D8 Flow Directions; 3° - D8 Contributing Area “1ª versão”; 4° - Stream Definition By Threshold; 5° - Edição do ponto de exutório; 6° - D8 Contributing Area “2ª versão”). Em seguida, o arquivo matricial gerado no TauDEM, foi transformado para o formato vetorial com a ferramenta “poligonizar”, dissolvido com a ferramenta “dissolver”, suavizado com a ferramenta “simplificar geometria” e ajustado no software Google Earth, considerando as características hidrográficas e topográficas da paisagem. Posteriormente, foram mensuradas a área e o perímetro com a ferramenta “calculadora de campo”.

Fator de forma: calculado com a Equação 1 (Villela & Mattos, 1975).

$$F = \frac{A}{L^2} \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde: F = fator de forma; A = área da microbacia (km²); L = comprimento do eixo da microbacia (km).

Índice de circularidade: calculado com a Equação 2 (Christofletti, 1980).

$$Ic = \frac{12,57 \times A}{P^2} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde: Ic = índice de circularidade; A = área da microbacia (km²); P = perímetro da microbacia (km).

Coefficiente de compacidade: calculado com a Equação 3 (Villela & Mattos, 1975).

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde: Kc = coeficiente de compacidade; A = área da microbacia (km²); P = perímetro da microbacia (km).

Os valores referentes aos parâmetros fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade foram interpretados de acordo com a literatura (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação dos parâmetros geométricos.

Parâmetro	Limite	Classe
Fator de forma ¹	< 0,50	Não sujeito a inundações
	0,50 – 0,75	Tendência média a inundações
	0,76 – 1,00	Sujeito a inundações
Índice de circularidade ²	< 0,51	Forma alongada
	0,51 – 0,75	Forma intermediária
	0,76 – 1,00	Forma circular
Coeficiente de compacidade ¹	1,00 – 1,25	Alta propensão a inundações
	1,26 – 1,50	Tendência média a inundações
	> 1,50	Não sujeito a inundações

Fonte: ¹Lima Júnior, et al. (2012); ²Silva (2012).

Características topográficas

Altitude: mínima e máxima foram obtidas diretamente da imagem altimétrica, e a média foi calculada com a ferramenta “estatística por zona”.

Relevo: inicialmente mensurou-se a declividade do terreno com base na imagem altimétrica, utilizando a ferramenta “modelo digital de elevação”, em seguida efetuou-se a classificação em plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%) e montanhoso (45-50%), conforme o Manual de descrição e coleta de solo no campo (Santos, et al., 2013). Os dados de declividade também foram utilizados para analisar a paisagem quanto à influência na propagação de incêndios e aptidão à mecanização agrícola (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação da influência na propagação de incêndios e aptidão à mecanização agrícola em função da declividade.

Parâmetro	Classe	Declividade (%)
Influencia a propagação de incêndios ¹	Baixa	≤ 15
	Moderada	16-25
	Alta	26-35
	Muito alta	36-45
	Extremamente alta	> 45
Aptidão à mecanização agrícola ²	Extremamente apta	0-5,0
	Muito apta	5,1-10,0
	Apta	10,1-15,0
	Moderadamente apta	15,1-20,0
	Não apta	> 20,0

Fonte: ¹Ribeiro, et al. (2008); ²Höfig & Araújo-Júnior (2015).

Características hidrográficas

Padrão de drenagem: primeiramente, foram gerados os rios com a ferramenta “adicionar caminho” do software Google Earth, os quais foram salvos em formato KML e unidos no software TrackMaker Free com a ferramenta “lápiz”, para formar a rede de drenagem da microbacia. Em seguida, comparou-se a distribuição espacial da rede de drenagem da microbacia com a distribuição espacial dos principais padrões de drenagem, descritos por Parvis (1950).

Ordem dos rios: a hierarquização dos rios foi realizada com a ferramenta “Strahler”. Os rios de 1ª ordem tem início nas nascentes, o encontro de dois rios de 1ª ordem forma um rio de 2ª ordem, o encontro de dois rios de 2ª ordem forma um rio de 3ª ordem, e assim sucessivamente (Strahler, 1954).

Densidade de nascentes: calculado com a Equação 4 (Santos, et al., 2012).

$$Dn = \frac{N}{A} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde: Dn = densidade de nascentes (nascentes km⁻²); N = número de nascentes; A = área da microbacia (km²).

Densidade de drenagem: calculado com a Equação 5 (Horton, 1932).

$$Dd = \frac{L}{A} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde: Dd = densidade de drenagem (km km⁻²); L = comprimento da rede de drenagem (km); A = área da microbacia (km²).

Coefficiente de manutenção: calculado com a Equação 6 (Santos, et al., 2012).

$$Cm = \frac{1}{Dd} \times 1000 \quad (\text{Equação 6})$$

Onde: Cm = coeficiente e manutenção (m² m⁻¹); Dd = densidade de drenagem (km km⁻²).

Índice de sinuosidade: calculado com a equação 7 (Vilela & Mattos, 1975).

$$Is = \frac{L - Dv}{L} \times 100 \quad (\text{Equação 7})$$

Onde: Is = índice de sinuosidade (%); L = comprimento do canal principal (km); Dv = distância vetorial do canal principal (km).

Tempo de concentração: calculado com a Equação 8 (Kirpich, 1940, apud Targa, et al., 2012).

$$Tc = 57x \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (\text{Equação 8})$$

Onde: Tc = tempo de concentração (minutos); L = comprimento do talvegue principal (km); H = desnível entre a parte mais elevada e a seção de controle (m).

Os valores referentes a ordem dos rios, densidade de nascentes, densidade de drenagem e índice de sinuosidade foram classificados com base em informações da literatura (Tabela 3).

Tabela 3. Classificação das características hidrográficas.

Parâmetro	Unidade	Classe	Limite
Ordem dos rios ¹	Unidades	Improvável habitat de peixes	1
		Baixas condições para habitação	2
		Moderadas condições para habitação	3
		Elevadas condições para habitação	≥ 4
Densidade de nascentes ²	Nascentes km ⁻²	Baixa	< 3
		Média	3-7
		Alta	7-15
		Muito alta	> 15
Densidade de drenagem ³	km km ⁻²	Baixa	< 0,50
		Média	0,50-2,00
		Alta	2,00-3,50
		Muito alta	> 3,50
Índice de sinuosidade ⁴	%	Muito reto	< 20
		Reto	20-29
		Divagante	30-39
		Sinuoso	40-50
		Muito sinuoso	> 50

Fonte:¹Adaptado de Fairfull & Witheridge (2003); ²Lollo (1995); ³Beltrame (1994); ⁴Romero, Formiga & Marcuzzo (2017).

Elaboração dos mapas

Os mapas de altitude, relevo, ordem dos rios e distribuição espacial das nascentes foram elaborados com a ferramenta “compositor de impressão”, utilizando como referência o Sistema de Coordenadas Geográficas e o Datum WGS 84.

3. Resultados e Discussão

3.1 Características geométricas

A microbacia tem área de 23,24 km², perímetro de 26,13 km, fator de forma de 0,27, índice de circularidade de 0,43 e coeficiente de compacidade de 1,52. Essas características indicam que a microbacia do rio Três Galhos tem forma alongada e não é suscetível a inundações, em condições normais de precipitação e cobertura com vegetação nativa. Ao comparar uma bacia de forma alongada com uma de forma circular, com áreas equivalentes, Villela e Mattos (1975) constataram que a primeira tem menor suscetibilidade a inundações por haver menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas em toda a sua extensão simultaneamente, e também devido a contribuição dos afluentes ocorrer em vários pontos ao longo do rio principal.

3.2 Características topográficas

As altitudes mínima, média e máxima foi de 247, 300 e 444 m (Figura 2), portanto, a microbacia tem amplitude altimétrica de 197 m. A variação de altitude influencia a temperatura e a evapotranspiração (Villela & Mattos, 1975), logo, pode ser utilizada como indicadora de habitats preferenciais para espécies de interesse econômico, como observado por Figueiredo et al. (2015).

Em trabalho realizado por Bourke (2010), são descritas várias espécies de interesse econômico que ocorrem na mesma faixa de altitude da microbacia Três Galhos, que incluem espécies frutíferas como abacaxi (*Ananas comosus*), goiaba (*Psidium guajava*), graviola (*Annona muricata*), laranja (*Citrus sinensis*), manga (*Mangifera indica*), mamão (*Carica papaya*) e melancia (*Citrullus lanatus*), espécies olerícolas como bertalha (*Basella alba*), cará-do-ar (*Dioscorea bulbifera*), inhame (*Dioscorea esculenta*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) e taro (*Colocasia esculenta*), espécies florestais como sumaúma (*Ceiba pentandra*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*), e espécies agrícolas como arroz (*Oryza sativa*), feijão, (*Phaseolus vulgaris*), mandioca (*Manihot esculenta*), milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*). Portanto, a região tem potencial

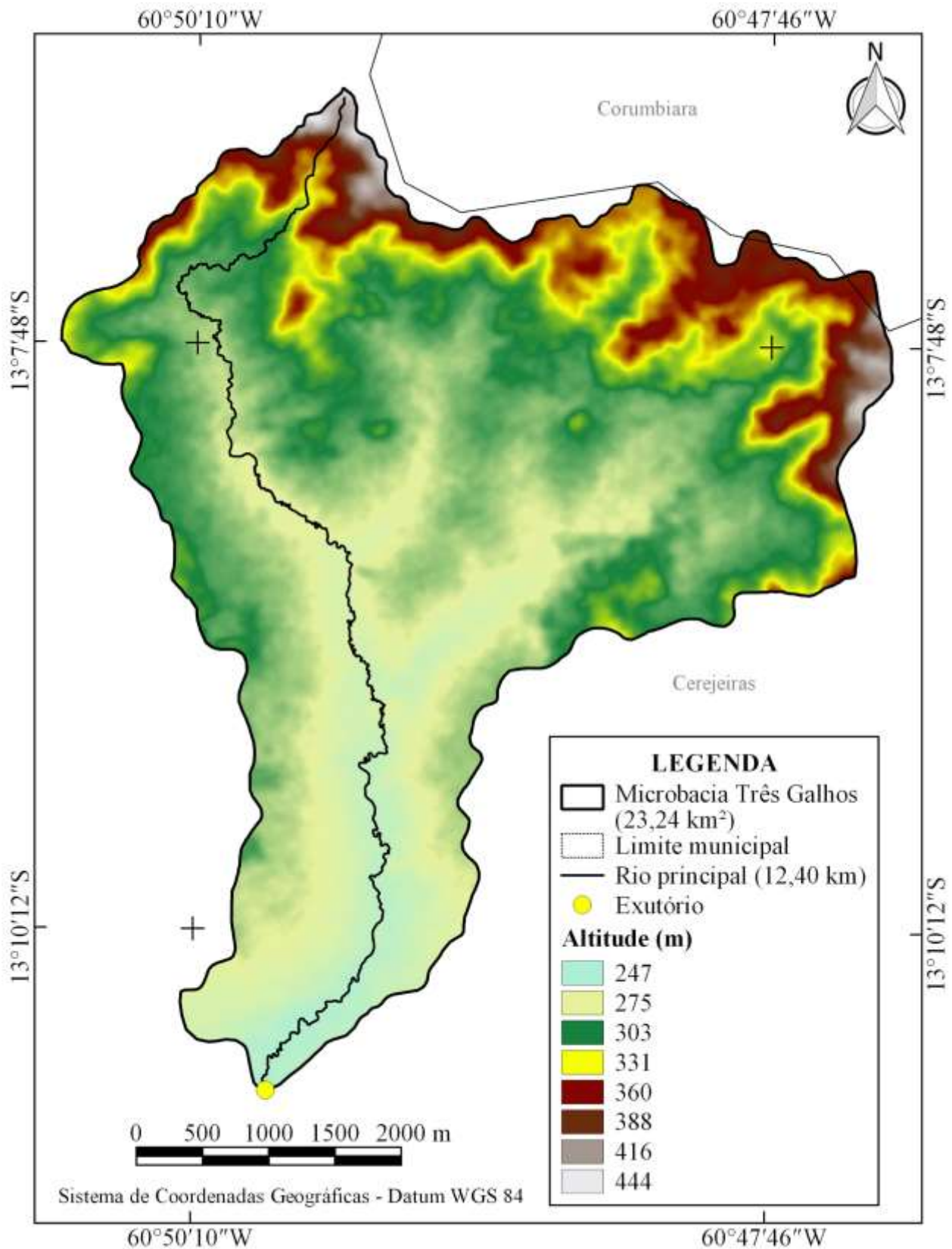
para a implantação de policultivos, garantindo, segundo Alves et al. (2018), alimentos para a agricultura familiar, a sustentabilidade no campo, o aumento da produtividade por unidade de área e a redução dos riscos naturais da agricultura.

A declividade da microbacia varia de 0 a 73%, formando regiões com relevos planos a montanhosos, contudo, com maior abrangência das classes suave ondulado (45,1%), ondulado (27,41%) e plano (15,79%) (Figura 3). A velocidade do escoamento superficial aumenta com a elevação da declividade, em relevo plano é muito lenta ou lenta, no suave ondulado é lenta ou média, no ondulado é média ou rápida, no forte ondulado é rápida e no montanhoso é muito rápida (Lepsch, et al., 2015). Portanto, são necessárias práticas de manejo conservacionista mais rigorosas com o aumento da declividade, para mitigar problemas relacionados à erosão do solo, perda de nutrientes e matéria orgânica.

Em face ao exposto, são recomendadas práticas de manejo de caráter vegetativo e edáfico nas regiões com relevo plano, e práticas vegetativas, edáficas e mecânicas, de forma integrada, em relevos suave ondulado a ondulado, e manutenção da cobertura florestal nativa nas regiões com relevos forte ondulado a montanhoso. Podem ser consideradas como práticas de manejo conservacionista de caráter vegetativo o florestamento, reflorestamento e cordões de vegetação, e de caráter edáfico as práticas de correção, adubação e controle do fogo, e visam cobrir o solo para reduzir o impacto da precipitação pluviométrica na superfície e a melhoria ou manutenção da fertilidade do solo (Bertoni & Lombardi Neto, 2014). Os terraços são exemplos de práticas de manejo de caráter mecânico, e podem ser classificados quanto a construção, sendo denominados de Nichols ou Mangum, construídos em declives de até 18% e 20%, respectivamente (Vital & Resck, 2002).

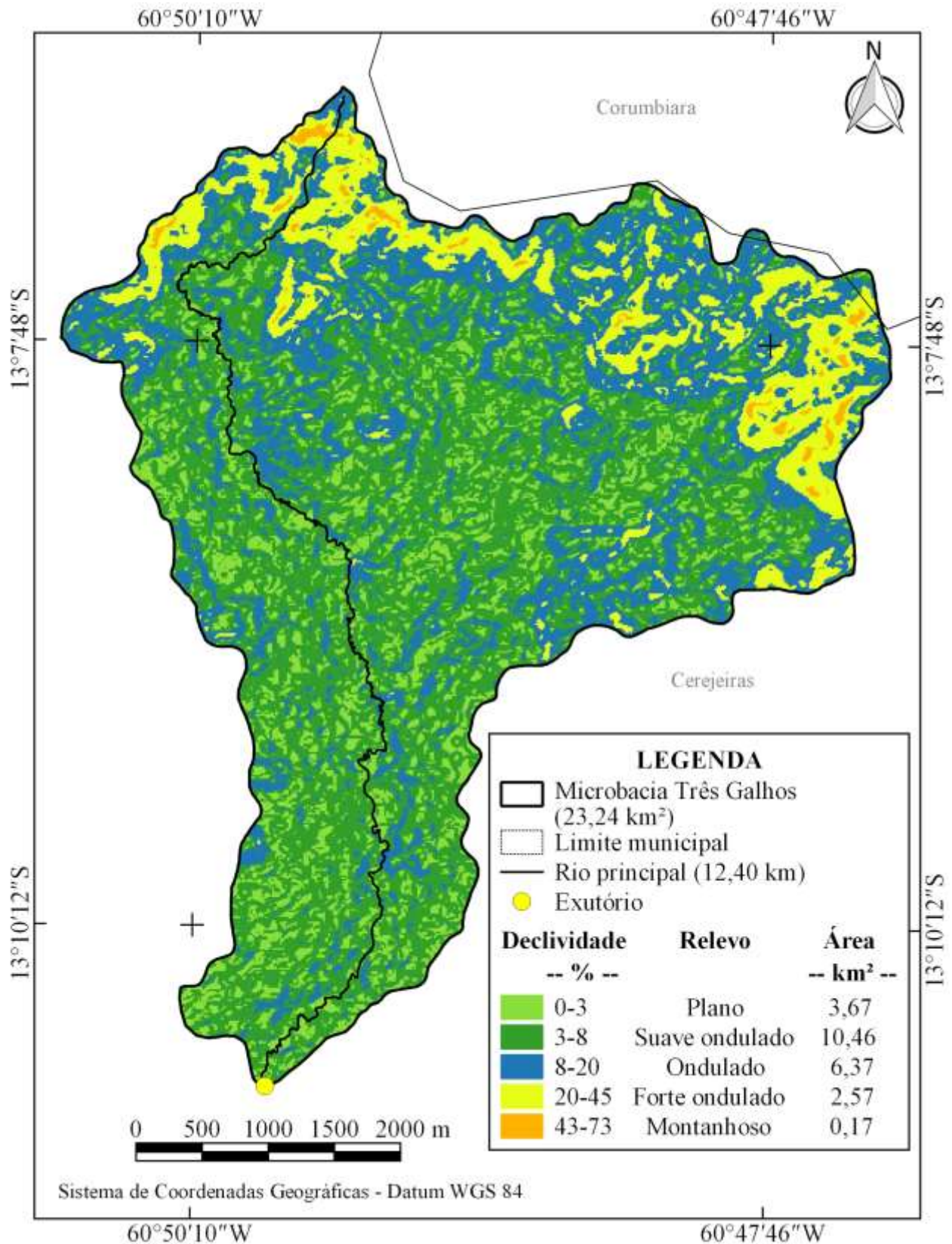
A análise da declividade na paisagem da microbacia também permitiu inferir que 81% da área total pode ser classificada como de baixa influência na propagação de incêndios, 11,57% da área como de média influência e 7,36% como de alta a extremamente alta (Tabela 2). A região mais suscetível a propagação de incêndios está localizada na cabeceira da microbacia (Figura 3), sendo necessário o planejamento e a adoção de medidas preventivas de combate às queimadas, como o investimento em uma política informativa e a implantação de cortinas de segurança (espécies não-inflamáveis que oferecem maior resistência à propagação do fogo), recomendados por Ribeiro et al. (2008).

Figura 2. Altitude da microbacia do rio Três Galhos, Amazônia Ocidental, Brasil.



Fonte: Autores.

Figura 3. Relevo da microbacia do rio Três Galhos, Amazônia Ocidental, Brasil.



Fonte: Autores.

Com relação a aptidão à mecanização agrícola, constata-se que a microbacia tem 81,07% de sua área classificada como apta a muito apta, 7,23% moderadamente apta e 11,83% não apta (Tabela 2). De acordo com Lepsch et al. (2015), relevos plano

e suave ondulado não impedem ou dificultam os trabalhos de máquinas agrícolas, relevo ondulado não dificulta os trabalhos de máquinas agrícolas, relevo forte ondulado limita a locomoção de máquinas agrícolas motomecanizadas, e relevo montanhoso permite apenas o uso de maquinários especiais e com dificuldades de locomoção. Logo, a declividade da região pode ser considerada muito importante para a seleção de sistemas de cultivos na microbacia, com tendência de desenvolvimento do agronegócio em relevos planos a ondulados, que exigem mecanização agrícola, e desenvolvimento de atividades que não exigem mecanização nos relevos forte ondulado a montanhoso, como a pecuária de corte, ambas já constatadas na microbacia em estudo (Figura 4).

Figura 4. Agricultura mecanizada (A) e pecuária de corte (B) nos estabelecimentos agropecuários privados localizados na microbacia do rio Três Galhos, no ano de 2017.



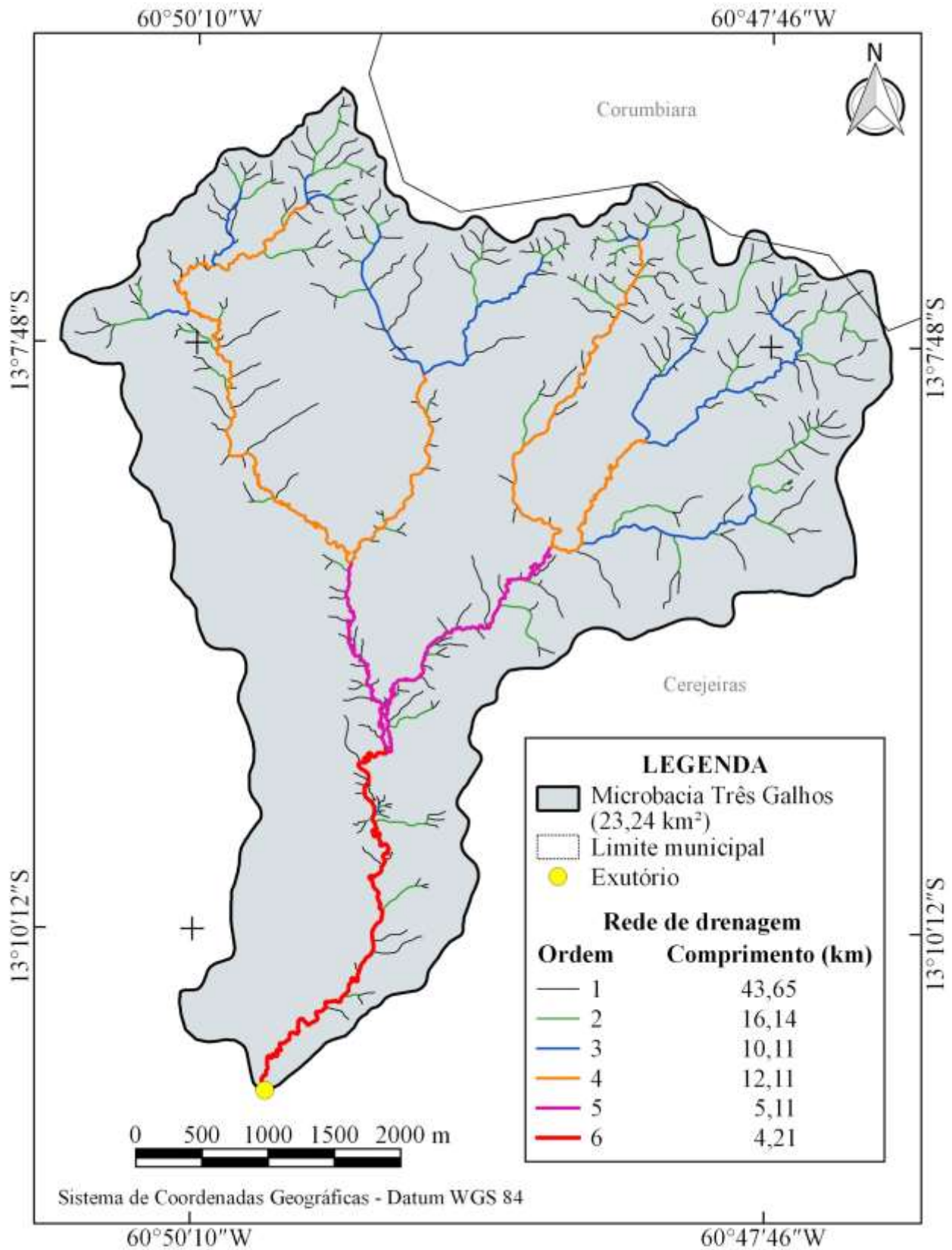
Fonte: Google Earth (2021).

3.3 Características hidrográficas

A microbacia do rio Três Galhos tem rede de drenagem de 91,33 km, padrão dendrítica de 6ª ordem (Figura 5), 12,61 nascentes km⁻² (Figura 6), densidade de drenagem de 3,93 km km⁻², coeficiente de manutenção de 254,5 m² m⁻¹, índice de sinuosidade de 39,94% e tempo de concentração de 2,28 h.

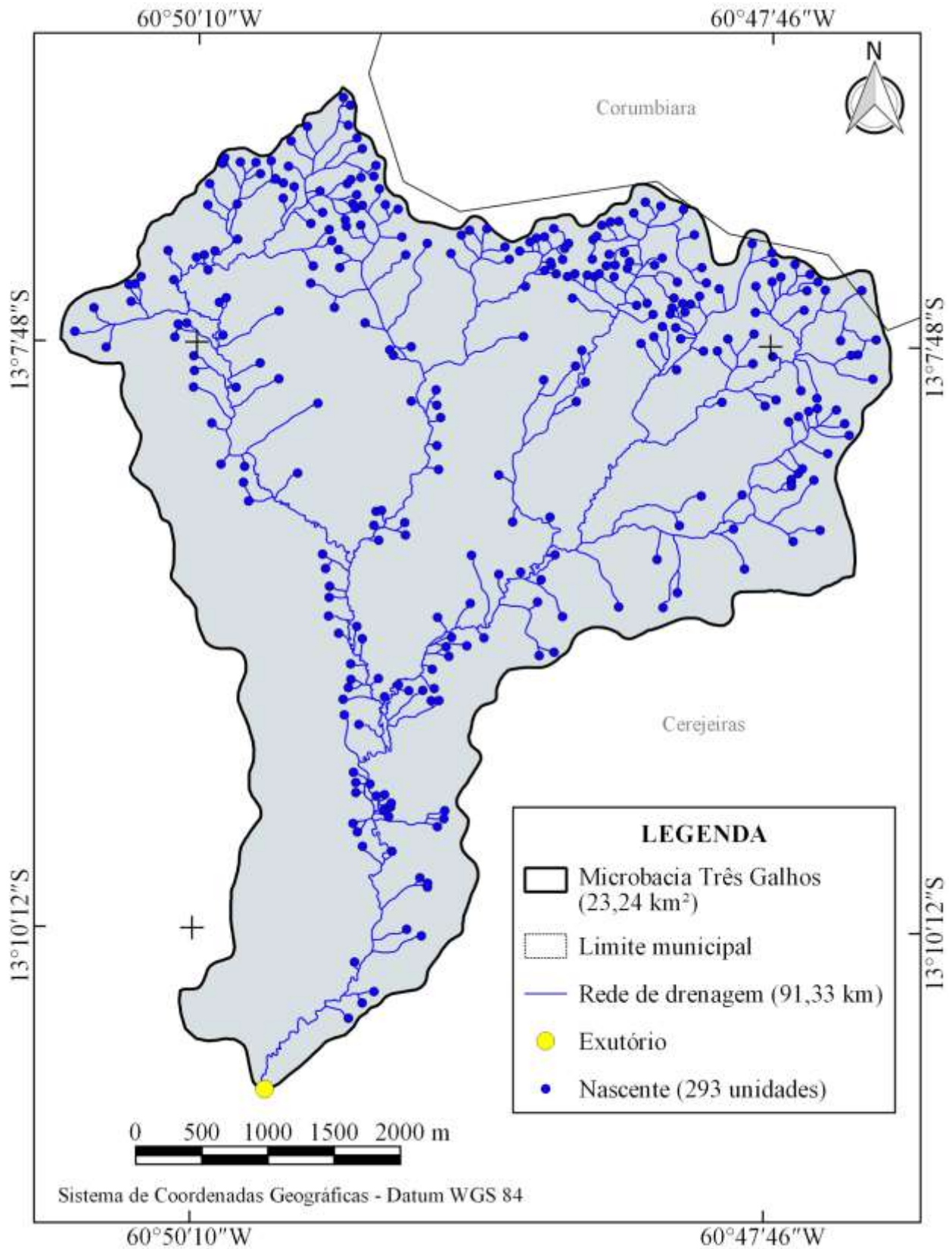
O padrão de drenagem dendrítico assemelha-se a uma árvore, onde o tronco é o rio principal, e os galhos, ramos e folhas são os afluentes (Smith, 1943), e ocorre em regiões constituídas de rochas horizontais homogêneas (Parvis, 1950). Esse tipo de padrão de drenagem é facilmente observado na região amazônica, como constatado por Moreto et al. (2019), Santos et al. (2019), Vendruscolo et al. (2019), Vendruscolo et al. (2020a) e Vendruscolo et al. (2021), nas microbacias dos rios Enganado, Tinguí, Manicoré, Alto Rio Escondido e Tamarupá, respectivamente. Logo, é plausível supor que está é uma característica comum no estado de Rondônia.

Figura 5. Rede de drenagem e ordem dos rios na microbacia do rio Três Galhos, Amazônia Ocidental, Brasil.



Fonte: Autores.

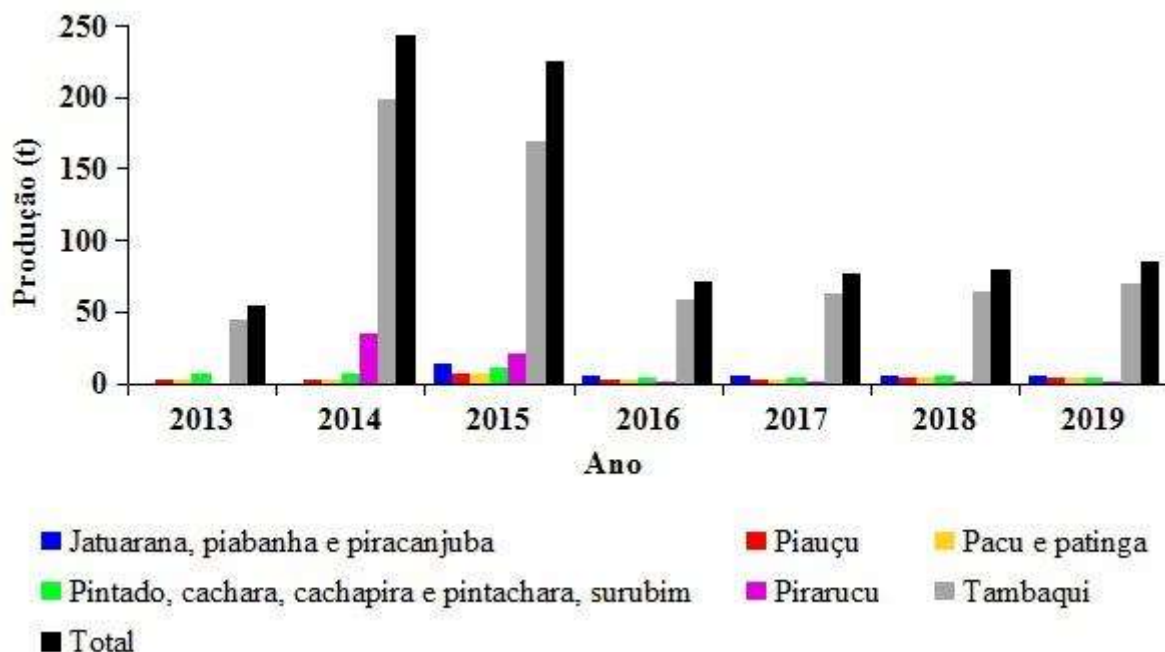
Figura 6. Distribuição espacial das nascentes na microbacia do rio Três Galhos, Amazônia Ocidental, Brasil.



Fonte: Autores.

O número de ordens de rios denota elevadas condições para habitação de peixes na microbacia Três Galhos (Tabela 3). Assim, constata-se elevado potencial para o desenvolvimento da piscicultura, o qual pode ser confirmado pelo desenvolvimento desta atividade no município de Cerejeiras-RO desde o ano de 2013 (Figura 7).

Figura 7. Produção de peixes em tanques de piscicultura no município de Cerejeiras-RO, no período de 2013 a 2019.



Fonte: IBGE (2021).

A densidade de nascentes é alta e a densidade de drenagem é muito alta (Tabela 3). Essas características denotam que a região tem elevada capacidade de geração de novos cursos d'água e elevado potencial hídrico (Cherem, et al., 2020). Resultados semelhantes foram observados em microbacias próximas da área em estudo, como nas microbacias Médio Rio Escondido, 10,48 nascentes km^{-2} e densidade de drenagem de 4,04 km km^{-2} (Vendruscolo, et al., 2020b), e Alto Rio Escondido, 12,33 nascentes km^{-2} e densidade de drenagem de 4,27 km km^{-2} (Vendruscolo, et al., 2020a).

O elevado potencial hídrico é essencial para o bom desenvolvimento de atividades agropecuárias, contudo, são necessárias algumas providências para manter a qualidade e a disponibilidade adequada de água nos rios ao longo do ano. Um exemplo de problema ocasionado pela pecuária é a contaminação dos recursos hídricos com *Escherichia coli*, provenientes de bovinos infectados, que torna a água inadequada para o consumo humano, colocando em risco a saúde pública (Amaral, et al., 2003). A floresta nativa tem diferentes funções eco-hidrológicas de acordo com a posição do relevo que estão localizadas, nos topos dos morros são essenciais para o abastecimento do lençol freático, nas encostas contém os processos erosivos, nas zonas ripárias filtram os poluentes e contaminantes provenientes das cotas mais elevadas, e nos intervalos desempenham papéis auxiliares as funções citadas, logo, é necessidade ter quantidades adequadas de floresta nativa em cada porção de relevo para garantir água com qualidade e quantidade (Tambosi, et al., 2015). Portanto, recomenda-se um estudo sobre a análise da cobertura do solo na microbacia Três Galhos para realizar um diagnóstico do cenário atual, e delimitar áreas prioritárias para a manutenção e/ou recomposição da vegetação nativa.

O coeficiente de manutenção de 254,5 $\text{m}^2 \text{m}^{-1}$ é próximo aos observados nas microbacias Alto Rio Escondido (234,1 $\text{m}^2 \text{m}^{-1}$) (Vendruscolo, et al., 2020a) e Médio Rio Escondido (246 $\text{m}^2 \text{m}^{-1}$) (Vendruscolo, et al. 2020b), e inferiores aos constatados nas microbacias Jacuri (1.102,9 $\text{m}^2 \text{m}^{-1}$) (Panza, et al., 2020), Gavião (1.250,00 $\text{m}^2 \text{m}^{-1}$) (Donegá, et al., 2021) e Santa Teresinha

($2.439 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (Soares, et al., 2019). O coeficiente de manutenção apresenta uma área menor em regiões com blocos de substrato vulcânico em relação a regiões com blocos de substrato arenoso, por haver menor permeabilidade para a infiltração de água e a formação de redes de drenagem mais densas (Trentin, Santos, & Robaina, 2010). Portanto, as microbacias Três Galhos, Alto Rio Escondido e Médio Rio Escondido tendem a ter blocos de substrato semelhantes, contudo, diferentes dos blocos das microbacias Jacuri e Santa Teresinha.

O índice de sinuosidade é descrito por Christofletti (1980) como parâmetro utilizado para distinção entre os canais meândricos e os que não são. O índice de sinuosidade da microbacia Três Folhas confirma a formação de um canal sinuoso (Tabela 3, Figuras 2 e 3). Essa sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais (Lana, et al., 2001). Rios sinuosos são comuns em regiões planas a suave onduladas e com padrão de drenagem dendrítico (Moreto, et al., 2019; Santos, et al., 2019; Simões, et al., 2019) e são mais suscetíveis aos acúmulos de sedimentos na parte interna dos meandros com maior fluxo hídrico nas partes externas (McBeth, 2019). Segundo Brubacher, Oliveira e Guasselli (2011), quanto maior o índice de sinuosidade, menor será a velocidade do escoamento (mais barreiras físicas), e, conseqüentemente, menor a influência nas enchentes a jusante da microbacia considerada.

O tempo de concentração de uma bacia reflete a velocidade com que o divisor de águas responde a eventos de precipitação (Pavlovic & Moglen, 2008), e no caso da microbacia do rio Três Galhos equivale a 2,28 h. Este resultado é inferior aos encontrados nas microbacias São Jorge (3,63 h) (adaptado de Pacheco, et al., 2020), Médio Rio Escondido (4,46 h) (adaptado de Vendruscolo, et al. 2020b), Alto Rio Escondido (5,02 h) (adaptado de Vendruscolo, et al., 2020a), Tamarupá (5,54 h) (Vendruscolo et al., 2021) e Jacuri (8,14 h) (Panza, et al., 2020). Embora a microbacia Três Galhos seja mais sinuosa que as referidas microbacias, a mesma possui um canal principal (12,40 km) com comprimento inferior às mesmas (16,07 a 28,72 km), o que explica o menor tempo de concentração. Em face ao exposto, verifica-se que a possibilidade de inundações na microbacia em estudo está relacionada com o seu baixo tempo de concentração, uma vez que a duração das precipitações na região geralmente ultrapassam o tempo de 2,28 h, e toda a sua extensão pode contribuir simultaneamente com o escoamento.

4. Conclusão

A microbacia do rio Três Galhos tem área de $23,24 \text{ km}^2$, perímetro de 26,13 km, forma alongada, altitudes entre 247 a 444 m, predominância de relevos suave ondulado e ondulado, padrão de drenagem dendrítico de 6ª ordem, alta densidade de nascentes, densidade de drenagem muito alta, coeficiente de manutenção $254,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$, canal principal sinuoso e tempo de concentração de 2,28 h.

As geotecnologias permitem uma análise detalhada das características geométricas, topográficas e hidrográficas da microbacia, e com base nestas características, é possível obter informações sobre o nível de suscetibilidade a inundações, potencial agropecuário, disponibilidade de recursos hídricos, aptidão à mecanização agrícola e suscetibilidade a propagação de incêndios, e selecionar as práticas de manejo mais adequadas para a conservação do solo e da água.

Recomenda-se estudos de análise espacial e temporal da cobertura do solo na microbacia do rio Três Galhos, inclusive das áreas protegidas por Lei (Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente), para entender a dinâmica de uso e ocupação do solo na região, e auxiliar na delimitação de áreas prioritárias para manutenção e/ou recomposição da vegetação nativa.

Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, L. M., & Sparovek, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. [10.1127/0941-2948/2013/0507](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507)
- Alves, L. E. V., Araújo Neto, S. E., Negreiros, J. R. S., Andrade Neto, R. C., & Siviero, A. (2018). Análise da viabilidade econômica de policultivo orgânico. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 13(1), 01-07. [10.18378/rvads.v13i1.5018](https://doi.org/10.18378/rvads.v13i1.5018)

- Amaral, L. A., Nader Filho, A., Rossi Junior, O. D., Ferreira, F. L. A., & Barros, L. S. S. (2003). Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública*, 37(4), 510-514. 10.1590/S0034-89102003000400017
- ASF - Alaska Satellite Facility (2017). Imagem altimétrica. <https://www.asf.alaska.edu/>
- Beltrame, A. V. (1994). Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Bertoni, J., & Lombardi Neto, F (2014). Conservação do solo: Editora Icone.
- Bourke, R. M. (2010). Altitudinal limits of 230 economic crop species in Papua New Guinea. In: Haberle, S. G., Stevenson, J., & Prebble, M. (eds). *Altered Ecologies: Fire, Climate and Human Influence on Terrestrial Landscapes: The Australian National University*.
- Cherem, L. F. S., Faria, S. D., Zancopé, M. H. C., Sordi, M. V., Nunes, E. D., & Rosa, L. E. (2020). Análise morfométrica em bacias hidrográficas. In: Magalhães Júnior, A. P., & Barros, L. F. P. *Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais: Bertrand Brasil*.
- Christofolletti, A. (1980). *Geomorfologia*. (2ª. ed.): Edgard Blucher.
- Donegá, M. V. B., Souza, T. W. S., Lima, M. M., Panza, M. R., Pacheco, F. M. P., Saraiva, J. G., Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2021). Caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do rio Gavião, Amazônia Ocidental, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(1), 1-14. 10.33448/rsd-v10i1.11844
- Fairfull, S., & Witheridge, G. (2003). Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings: NSW Fisheries.
- Figueiredo, S. M. M., Venticinque, E. M., Figueiredo, E. O., & Ferreira, E. J. L. (2015). Predição da distribuição de espécies florestais usando variáveis topográficas e de índice de vegetação no leste do Acre, Brasil. *Acta Amazonica*, 45(2), 167-174. 10.1590/1809-4392201402834
- Franca, R. R. (2015). Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. *Revista Geografias*, 11(1), 44-58. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13392/10624>
- Höfig, P., & Araujo-Junior, C. F. (2015). Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no estado do Paraná. *Coffee Science*, 10(2), 195-203. https://www.researchgate.net/publication/277597916_classes_de_declividade_do_terreno_e_potencial_para_mecanizacao_no_estado_do_parana
- Horton, R. E. (1932). Drainage basin characteristics. *Transactions, American Geophysical Union*, 13(1), 350-361.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021). Pesquisa da pecuária municipal: produção da aquicultura, por tipo de produto. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>.
- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (2018). Acervo fundiário. <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>.
- Lana, C. L., Alves, J. M. P., & Castro, P. T. A. (2001). Análise morfométrica da bacia do rio Tanque, MG- Brasil. *Revista Escola de Minas*, 54(2), 121-126. 10.1590/S0370-44672001000200008
- Lima Júnior, J. C., Vieira, W. L., Macêdo, K. G., Souza, S. A., & Nascimento, F. A. L. (2012). Determinação das características morfométricas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada, Quixelô, CE. VII Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. p. 1-7.
- Lepsch, I. F., Espindola, C. R., Vischi Filho, O. J., Hernani, L. C., & Siqueira, D. S. (2015). Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Lollo, J. A. (1995). O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas: Universidade de São Paulo.
- McBeth, J. M. (2019). Streams and Floods. In: Panchuk, K. *Physical Geology*. USASK. Saskatchewan, Canada.
- Moreira, M. A. (2001). Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Moreto, R. F., Mira, S. F., Soares, G. S., Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Vendruscolo, J., & Rosa, D. M. (2019). Características geométricas, topográficas e hidrográficas da microbacia do rio Enganado, região sul da Amazônia Ocidental. *Revista Geográfica Venezolana, especial*, 110-124. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46159>
- Ribeiro, L., Koproski, L. P., Stolle, L., Lingnau, C., Soares, R. V., & Batista, A. C. (2008). Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a Fazenda Experimental do Canguiri, Pinhais (PR). *Floresta*, 38(3), 561-572. 10.5380/uf.v38i3.12430
- Romero, V., Formiga, K. T. M., & Marcuzzo, F. F. N. (2017). Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO. *Ciência e Natura*, 39(2), 320-340. 10.5902/2179460X26411
- Pacheco, F. M. P., Vendruscolo, J., Ramos, F. H., Rodrigues, A. A. M., Cavalheiro, W. C. S., Hara, F. A. S., Rocha, K. J., & Silva, G. N. (2020). Caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do rio São Jorge, Rondônia, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 4219-4236. 10.34117/bjdv6n1-301
- Panza, M. R., Donegá, M. V. B., Pacheco, F. M. P., Nagao, E. O., Hara, F. A. S., Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2020). Características da paisagem para manejo dos recursos naturais na microbacia do Rio Jacuri, Amazônia Ocidental, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6(12), 101532-101558. 10.34117/bjdv6n12-592
- Parvis, M. (1950). Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. *Photogrammetric Engineering*, 16, 387-408.
- Pavlovic, S. B., & Moglen, G. E. (2008). Discretization issues in travel time calculation. *Journal of Hydrologic Engineering*, 13(2), 71-79. 10.1061/(ASCE)1084-0699(2008)13:2(71)

- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da Pesquisa Científica. Santa Maria-RS: Universidade Federal de Santa Maria. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1
- Santos, A. M., Targa, M. S., Batista, G. T. & Dias, N. W. (2012). Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 7(3): 195-211. 10.4136/1980-993X
- Santos, L. P., Rosa, D. M., Cavalheiro, W. C. S., Vendruscolo, J., Rosell, E. C. F., Biggs, T., & Stachiw, R. (2019). Hidrogeomorfometria e índice de desmatamento da microbacia do rio Tinguí, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezuelana*, especial: 40-56. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46154>.
- Santos Júnior, C. C., & Alves, S. L. (2014). Aves da Reserva Biológica do Guaporé, Rondônia, Brasil. VI Seminário de Pesquisa e Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade: Anais, 2014. p. 27-28
- Santos, R. D., Lemos, R. C., Santos, H. G., Ker, J. C., Anjos, L. H. C., & Shimizu, S. H. (2013). Manual de descrição e coleta de solo no campo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Silva, Q. D. (2012). Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão: Universidade Estadual Paulista.
- Simões, C., Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., Rosa, D. M., Stachiw, R., & Santana, F. A. (2019). Caracterização morfométrica da sub-bacia do Alto Rio Pimenta Bueno, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezuelana*, especial, 68:82. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46156>
- Smith, H. T. U. (1943). *Aerial Photographs and their Applications*. D. Appleton-Century Co., New York.
- Soares, G. S., Santos Júnior, N. R. F., Mira, S. F., Moreto, R. F., Cavalheiro, W. C. S., Vendruscolo, J., & Rosa, D. M. (2019b). Uso de plataforma SIG na caracterização morfométrica da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezuelana*, especial, 84-95. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46157>
- Soares, M. R. G. J., & Souza, J. L. M. (2012). Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Pequeno em São José dos Pinhais (PR). *Revista Geográfica*, 21(1), 109-036. 10.5433/2447-1747.2012v21n1p019
- Strahler, A. N. (1954). Quantitative geomorphology of erosional landscapes. 19th International Geologic Congress, 13(15): 341-354.
- Tambosi, L., Vidal, M. M., Ferraz, S. F. B., & Metzger, J. P. (2015). Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos Avançados*, 29(84), 151-162. 10.1590/S0103-40142015000200010
- Targa, M. S., Batista, G. T., Diniz, H. D., Dias, N. W. & Matos, F. C. (2012). Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 7(2), 120-142. 10.4136/1980-993X
- Trentim, R., Santos, L. J. C., & Robaina, L. E. S. (2010). Relação entre parâmetros morfométricos da rede de drenagem e substrato geológico da bacia hidrográfica do rio Itu - Oeste do Rio Grande do Sul - Brasil. VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, III Encontro Latino Americano de Geomorfologia, I Encontro Íbero-Americano de Geomorfologia, I Encontro Íbero-Americano do Quaternário. Anais, 1-6. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Brasil.
- Tucci, C. E. M. (1993). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. (4ª Ed.): Editora UFRGS.
- Vendruscolo, J., Araujo, M. G. S., Ferreira, L. R., Rosa, D. M., & Hara, F. A. S. (2021). O uso de geotecnologias na caracterização geométrica, topográfica e hidrográfica da microbacia do rio Tamarupá, Amazônia Ocidental, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 4245-4264. 10.34117/bjdv7n1-286
- Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., Rosa, D. M., Stachiw, R., Vendruscolo, R., Siqueira, A. S., & Biggs, T. (2019). Hidrogeomorfometria e desmatamento na microbacia do rio Manicoré, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezuelana*, especial: 226-241.
- Vendruscolo, J., Pacheco, F. M. P., Ramos, H. F., Cavalheiro, W. C. S., & Rodrigues, A. A. M. (2020a). Hidrogeomorfometria da microbacia Alto Rio Escondido: informações para auxiliar o manejo dos recursos naturais na Amazônia ocidental. *Brazilian Journal of Development*, 6(3): 9709-9730. 10.34117/bjdv6n3-011
- Vendruscolo, J., Pacheco, F. M. P., Rodrigues, A. A. M., Ramos, H. F., Rosa, D. M., & Cavalheiro, W. C. S. (2020b). Características morfométricas da microbacia do Médio Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 565-585. 10.34117/bjdv6n1-040
- Villela, S. M., & Mattos, A. (1975). *Hidrologia aplicada*: McGraw-Hill.
- Vital, D., & Resck, S. (2002). A conservação da água via terraceamento em sistemas de plantio direto e convencional no Cerrado: Embrapa Cerrados.