

## **Caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do rio Gavião, Amazônia Ocidental, Brasil**

**Hydrogeomorphometric characterization in the Gavião river microbasin, Western Amazon, Brazil**

**Caracterización hidrogeomorfológica de la microcuenca del río Gavião, Amazonia Occidental, Brasil**

Recebido: 10/01/2021 | Revisado: 19/01/2021 | Aceito: 20/01/2021 | Publicado: 25/01/2021

### **Miquel Victor Batista Donegá**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4904-5552>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: [miquel@ufam.edu.br](mailto:miquel@ufam.edu.br)

### **Tiago Way Serrão de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3787-5014>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: [wayserrao@gmail.com](mailto:wayserrao@gmail.com)

### **Marcelo Medeiros de Lima**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3347-8815>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: [delima.job@gmail.com](mailto:delima.job@gmail.com)

### **Mylena Rego Panza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3756-8017>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: [panzamylena@gmail.com](mailto:panzamylena@gmail.com)

### **Fabício Matheus Pimenta Pacheco**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4705-7034>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: [fabriciomatheus95@gmail.com](mailto:fabriciomatheus95@gmail.com)

### **Jhade Goudinho Saraiva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2491-1602>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: [jgsjhade@gmail.com](mailto:jgsjhade@gmail.com)

### **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](mailto:engflo.ro@gmail.com)

### **Jhony Vendruscolo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3043-0581>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: [jhonyvendruscolo@gmail.com](mailto:jhonyvendruscolo@gmail.com)

### **Resumo**

As microbacias são unidades ideais para se obter as características da paisagem, e assim, planejar adequadamente a gestão dos recursos naturais em estabelecimentos agropecuários e áreas urbanas. O presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização da paisagem da microbacia do rio Gavião, localizada na Amazônia Ocidental, Brasil. Foram utilizados os softwares QGIS 2.10.1, Google Earth e TrackMaker Free, imagem altimétrica do satélite Alos (sensor Palsar) e equações disponíveis na literatura. A microbacia do rio Gavião tem área de 26,41 km<sup>2</sup>, perímetro de 32,41 km, forma alongada, altitudes de 207 a 300 m, predominância de relevos planos a ondulados, rede de drenagem de 21,25 km, padrão dendrítico de 3<sup>a</sup> ordem, baixa densidade de nascentes, média densidade de drenagem, alto coeficiente de manutenção, canal principal muito reto e tempo de concentração de 2,74 h. Conclui-se que a microbacia tem potencial para o desenvolvimento de agropecuária, entretanto, é necessário adotar práticas de manejo conservacionista de solo e água, para mitigar os impactos da ação antrópica e garantir a conservação dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Geotecnologias; Características da paisagem; Planejamento ambiental; Manejo racional dos recursos naturais.

### **Abstract**

The microbasins are ideal units for obtaining the characteristics of the landscape, and thus, to properly plan the management of natural resources in agricultural establishments and urban areas. This work aims to characterize the landscape of the Gavião river microbasin, located in the Western Amazon, Brazil. We use the QGIS 2.10.1, Google

Earth and TrackMaker Free software, altimetric image from the Alos satellite (Palsar sensor) and equations available in the literature. The Gavião river microbasin has an area of 26.41 km<sup>2</sup>, perimeter of 32.41 km, elongated shape, altitudes from 207 to 300 m, predominance of flat to wavy reliefs, drainage network of 21.25 km, dendritic pattern of 3rd order, low spring density, medium drainage density, high maintenance coefficient, very straight main channel and concentration time of 2.74 h. We conclude that the microbasin has potential for the development of agriculture, however, it is necessary to adopt soil and water conservation management practices, to mitigate the impacts of anthropic action and guarantee the conservation of water resources.

**Keywords:** Geotechnologies; Landscape characteristics; Environmental planning; Rational management of natural resources.

### Resumen

Las microcuencas son unidades ideales para obtener las características del paisaje, y así, planificar adecuadamente el manejo de los recursos naturales en los establecimientos agrícolas y áreas urbanas. Este trabajo tiene como objetivo caracterizar el paisaje de la microcuenca del río Gavião, ubicada en la Amazonia Occidental, Brasil. Se utilizó el software QGIS 2.10.1, Google Earth y TrackMaker Free, imagen altimétrica del satélite Alos (sensor Palsar) y ecuaciones disponibles en la literatura. La microcuenca del río Gavião tiene área de 26,41 km<sup>2</sup>, perímetro de 32,41 km, forma alargada, altitudes de 207 a 300 m, predominio de relieves planos a ondulados, una red de drenaje de 21,25 km, patrón dendrítico de 3er orden, baja densidad de fuentes de agua, media densidad de drenaje, alto coeficiente de mantenimiento, canal principal muy recto y tiempo de concentración de 2,74 h. Se concluye que la microcuenca tiene potencial para el desarrollo de la agricultura y la ganadería, sin embargo, es necesario adoptar prácticas de manejo de conservación de suelos y agua, para mitigar los impactos de la acción antrópica y garantizar la conservación de los recursos hídricos.

**Palabras clave:** Geotecnologías; Características del paisaje; Planificación ambiental; Manejo racional de los recursos naturales.

## 1. Introdução

A microbacia do rio Gavião está localizada na bacia do rio Guaporé e sub-bacia do rio Vermelho, abrange 174 estabelecimentos agropecuários privados (INCRA, 2018) e faz parte do Cone Sul de Rondônia, região conhecida pelo desenvolvimento do agronegócio, com destaque para a soja (Pereira & Kahil, 2010). A rede de drenagem da microbacia deságua diretamente no pantanal do rio Guaporé, portanto, é considerada essencial para a manutenção da biodiversidade, uma vez que, segundo Santos & Mota (2017), o pantanal do rio Guaporé atua como um corredor ecológico que conecta o pantanal do rio Mamoré com o pantanal Mato-Grossense. Apesar da grande relevância econômica e ambiental da microbacia, constata-se a escassez de informações a respeito das características da paisagem, para a elaboração de estratégias de desenvolvimento sustentável da região.

As principais características da paisagem em uma microbacia podem ser agrupadas em três classes, denominadas de geométricas, topográficas e hidrográficas. Estas características permitem a identificação do potencial agrícola, seleção de espécies de interesse econômico e práticas de manejo do solo, delimitação de áreas prioritárias para a recuperação e para a conservação dos recursos naturais (Moreto, et al., 2019; Pacheco, et al., 2020; Panza, et al., 2020).

Devido à grande dimensão das microbacias amazônicas, é comum o uso de geotecnologias, como o sensoriamento remoto e o Sistema de Informação Geográfica (SIG), para se obter informações detalhadas da paisagem com baixo custo financeiro e tempo hábil (Soares, et al., 2019a). O sensoriamento remoto possibilita a aquisição de informações da paisagem sem a necessidade de um contato direto com a mesma, e o sistema de informação geográfica permite a formação de um banco de dados georreferenciados, análises espaciais e temporais, e a elaboração de mapas temáticos (Moreira, 2001), que facilitam a elaboração de estratégias de manejo e conservação.

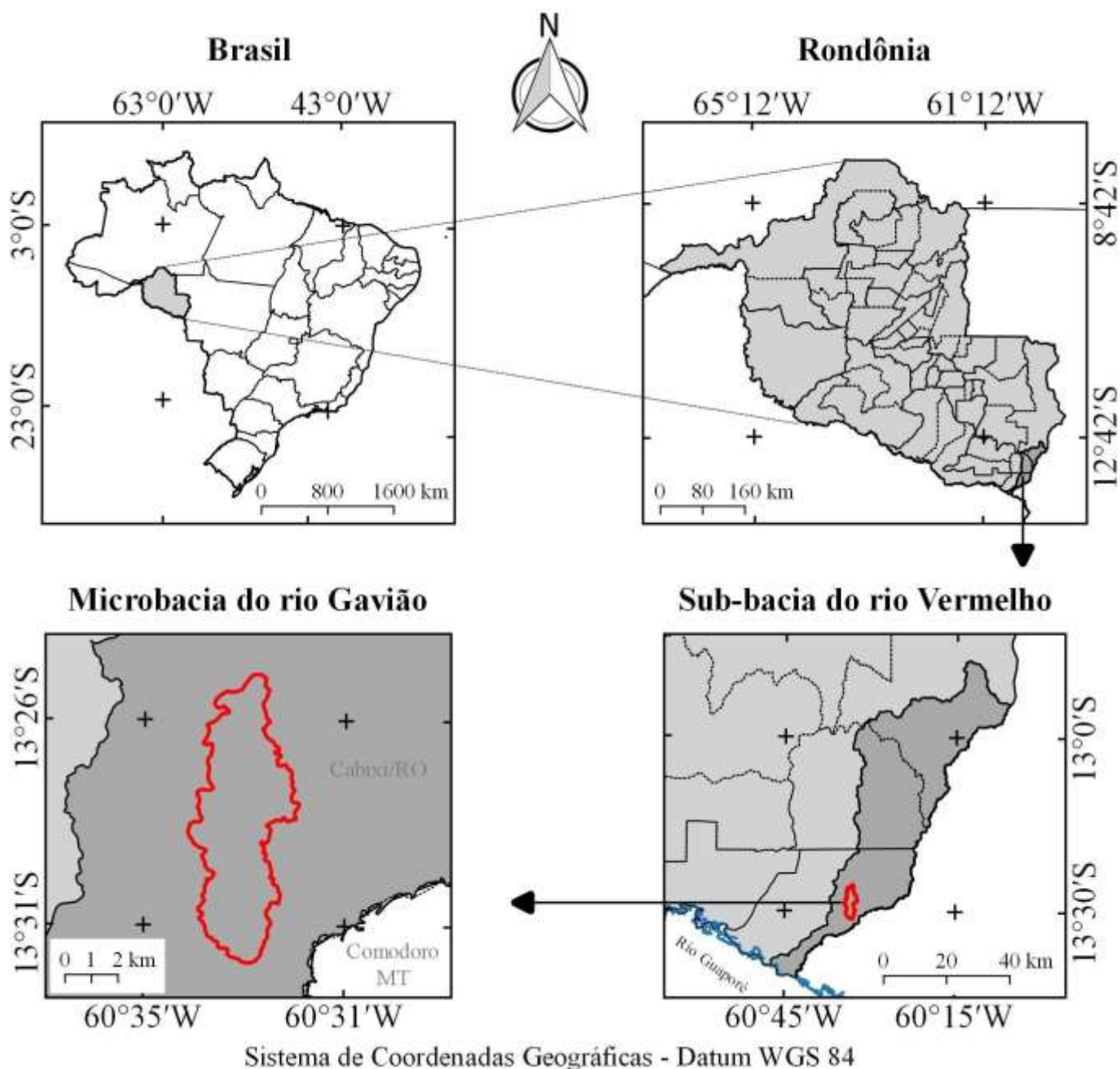
Em face ao exposto, o objetivo do trabalho é disponibilizar informações hidrogeomorfológicas da microbacia do rio Gavião, Amazônia Ocidental, Brasil, para auxiliar o planejamento sustentável da região.

## 2. Metodologia

### 2.1 Localização e características gerais da área de estudo

A microbacia do rio Gavião está inserida na sub-bacia do rio Vermelho, município de Cabixi/RO (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, concentrada nos meses de novembro a março (Franca, 2015).

**Figura 1.** Localização da microbacia do rio Gavião, Amazônia Ocidental, Brasil.



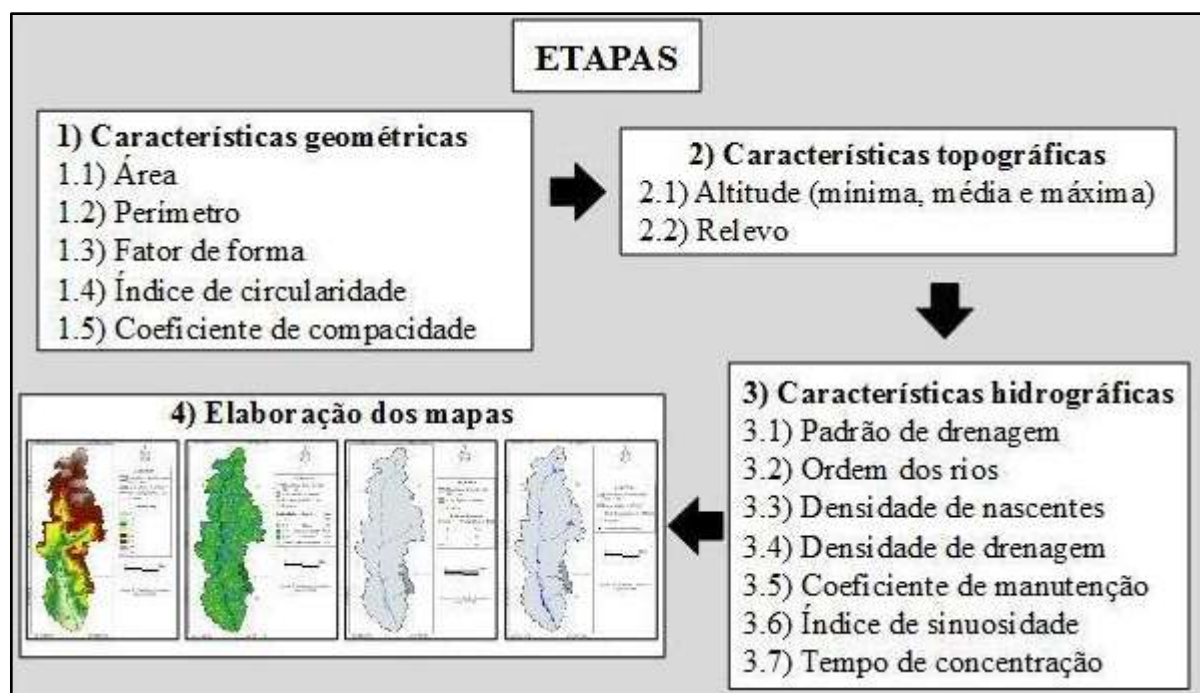
Fonte: Autores.

### 2.2 Análise das características da paisagem

A análise da paisagem na microbacia foi realizada com base nas características geométricas, topográficas e hidrográficas, obtidas por meio de metodologias quantitativas e avaliadas por metodologias qualitativas. De acordo com Pereira et al. (2018),

o método quantitativo permite a coleta de dados numéricos por meio do uso de medições de grandezas, e o método qualitativo possibilita a interpretação dos dados numéricos e a elaboração de opiniões sobre o fenômeno em estudo. Para a coleta de dados quantitativos foram utilizando os softwares QGIS 2.10.1 (versão Pisa), Google Earth e TrackMaker Free (Versão 13.9.596), imagem altimétrica do satélite Alos (ASF, 2017) e equações, e para a interpretação dos resultados foram utilizadas informações acadêmicas disponíveis na literatura. A metodologia foi executada em quatro etapas (Figura 2), descritas detalhadamente a seguir:

**Figura 2.** Etapas para aquisição das informações e elaboração dos mapas.



Fonte: Autores.

### 1ª Etapa - Características geométricas

Para a delimitação do perímetro da microbacia foi usada a ferramenta TauDEM (passos: Pit Remove < D8 Flow Directions < D8 Contributing Area - 1ª versão < Stream Definition By Threshold < Edição do ponto de exutório < D8 Contributing Area - 2ª versão) e imagem altimétrica com resolução espacial de 12,5 m. O arquivo matricial gerado no TauDEM foi transformado para o formato vetorial (ferramenta “poligonizar”), dissolvido (ferramenta “dissolver”), suavizado (ferramenta “simplificar geometria”) e ajustado no software Google Earth, considerando as características da rede de drenagem e relevo. Posteriormente, foram calculados a área e o perímetro com a ferramenta “calculadora de campo”.

Os parâmetros fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade, foram calculados com as equações 1 (Villela & Mattos, 1975), 2 (Christofletti, 1980) e 3 (Villela & Mattos, 1975), e comparados com dados da literatura (Tabela 1).

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

Onde: F = fator de forma; A = área da microbacia (km<sup>2</sup>); L = comprimento do eixo da microbacia (km).

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

Onde: Ic = índice de circularidade; A = área da microbacia (km<sup>2</sup>); P = perímetro da microbacia (km).

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

(Equação 3)

Onde: Kc = coeficiente de compacidade; A = área da microbacia (km<sup>2</sup>); P = perímetro da microbacia (km).

**Tabela 1.** Classificação dos parâmetros geométricos.

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

Fonte: <sup>1</sup>Lima Júnior, et al. (2012); <sup>2</sup>Silva (2012).

### 2ª Etapa - Características topográficas

As altitudes mínima e máxima foram obtidas diretamente da imagem altimétrica, e a altitude média foi mensurada com a ferramenta “estatística por zona”. O relevo foi obtido com base na declividade do terreno, utilizando a ferramenta “modelo digital de elevação”, e classificado em plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%) e montanhoso (45-50%) (Santos, et al., 2013). Os dados de declividade também foram utilizados para analisar a influência na propagação de incêndios e a 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 <sup>1</sup>	Baixa	≤ 15
	Moderada	16-25
	Alta	26-35
	Muito alta	36-45
	Extremamente alta	> 45
Aptidão à mecanização agrícola <sup>2</sup>	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: <sup>1</sup>Ribeiro, et al. (2008); <sup>2</sup>Höfig & Araújo-Júnior (2015).

### 3ª Etapa - Características hidrográficas

A rede de drenagem foi criada com a ferramenta “adicionar caminho” do software Google Earth. As trilhas, que representam os rios, foram salvas em formato KML, convertidas para o formato SHP e unidas no software TrackMaker Free, com a ferramenta “Lápis”. Em seguida, foi identificado o padrão de drenagem, comparando a distribuição espacial da rede de drenagem com dados de Parvis (1950), e classificado a ordem dos rios com a ferramenta “strahler”.

Os parâmetros densidade de nascentes, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, índice de sinuosidade e tempo de concentração, foram calculados com as equações 4 (Santos, et al., 2012), 5 (Horton, 1932), 6 (Santos, et al., 2012), 7 (Villela & Mattos, 1975) e 8 (Kirpich, 1940, apud Targa, et al., 2012), respectivamente.

$$Dn = \frac{N}{A}$$

(Equação 4)

Onde: Dn = densidade de nascentes (nascentes km<sup>-2</sup>); N = número de nascentes; A = área da microbacia (km<sup>2</sup>).

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

Onde: Dd = densidade de drenagem (km km<sup>-2</sup>); L = comprimento da rede de drenagem (km); A = área da microbacia (km<sup>2</sup>).

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

Onde: Cm = coeficiente e manutenção (m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup>); Dd = densidade de drenagem (km km<sup>-2</sup>).

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

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

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

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 parâmetros ordem dos rios, densidade de nascentes, densidade de drenagem e índice de sinuosidade foram classificados de acordo com a literatura (Tabela 3).

**Tabela 3.** Classificação das características hidrográficas.

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

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

#### 4ª Etapa - Elaboração dos mapas

Para a elaboração dos mapas foi utilizado a ferramenta “Compositores de impressão” do software QGIS, o Sistema de Coordenadas Geográficas e o Datum WGS 84.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Características geométricas

A microbacia tem área de 26,41 km<sup>2</sup>, perímetro de 32,41 km, fator de forma de 0,20, índice de circularidade de 0,32 e coeficiente de compacidade correspondente a 1,77. Isso indica que a microbacia possui forma alongada e não está sujeita a

inundações. De acordo com Villela & Mattos (1975), uma bacia que apresenta formato alongado é menos suscetível a enchentes do que uma bacia de formato circular com área equivalente, por ter menor probabilidade de ocorrência de precipitação pluviométrica simultânea em toda sua área. Desta forma, os resultados encontrados se mostram semelhantes aos observados nas microbacias do rio Enganado (Moreto, et al., 2019), São Jorge (Pacheco, et al., 2020) e Santa Teresinha (Soares, et al., 2019b).

### 3.2 Características topográficas

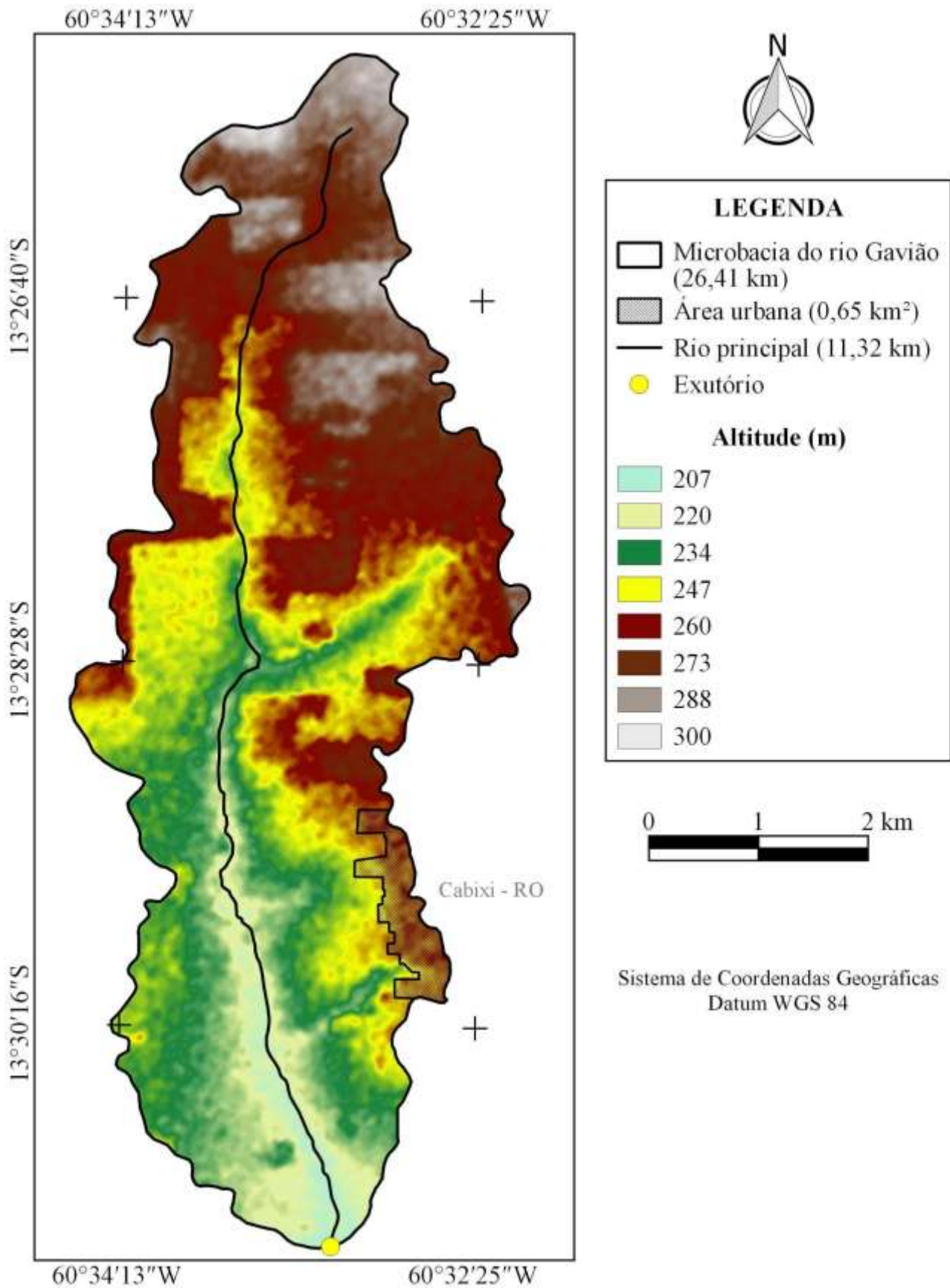
Os valores de altitude variam de 207 a 300 m, com média de 251 m (Figura 3) e amplitude altimétrica de 93 m. De acordo com Blum, Roderjan & Galvão (2011), a elevação da altitude reduz a temperatura em 0,44°C a cada 100 m de ascensão vertical e diminui a diversidade de vegetação. Desta forma, com a análise da altitude, observa-se que a microbacia pode ter variação de aproximadamente 0,40 °C, devido à sua amplitude de 93 m.

Em trabalho realizado por Bourke (2010), constata-se que muitas espécies vegetais de interesse econômico podem ser encontradas na faixa de altitude de 207 a 300 m: *Abelmoschus esculentus* (quiabo), *Ananas comosus* (abacaxi), *Annona muricata* (graviola), *Annona squamosa* (pinha), *Arachis hypogaea* (amendoim), *Artocarpus altilis* (fruta pão), *Averrhoa carambola* (carambola), *Basella alba* (bertalha), *Bixa orellana* (urucum), *Capsicum frutescens* (pimenta malagueta), *Carica papaya* (mamão), *Citrullus lanatus* (melancia), *Citrus aurantifolia* (lima), *Citrus reticulata* (tangerina), *Citrus sinensis* (laranja), *Cocos nucifera* (coco), *Coffea canephora* var. robusta (café conilon), *Cucumis sativus* (pepino), *Dioscorea bulbifera* (cará moela), *Eugenia uniflora* (pitanga), *Glycine max* (soja), *Hevea brasiliensis* (seringueira), *Ipomoea batatas* (batata doce), *Mangifera indica* (manga), *Manihot esculenta* (mandioca), *Oryza sativa* (arroz), *Piper nigrum* (pimenta-do-reino), *Phaseolus vulgaris* (feijão), *Psidium guajava* (goiaba), *Ricinus communis* (mamona), *Zea mays* (milho) e *Zingiber officinale* (gengibre). Portanto, a região em estudo tem elevado potencial para o desenvolvimento de atividades econômicas.

A região tem relevo plano (5,93 km<sup>2</sup>), suave ondulado (14,19 km<sup>2</sup>), ondulado (6,00 km<sup>2</sup>) e forte ondulado (0,29 km<sup>2</sup>) (Figura 4). Estes resultados indicam predomínio de relevos com baixa suscetibilidade à erosão do solo, tendo em vista que as perdas de solo aumentam com a elevação da declividade, como observado por Bertoni & Lombardi Neto (2014). Entretanto, é necessário a adoção de práticas integradas de manejo conservacionista do solo, principalmente nos relevos com declividade acima de 8%, haja vista que, segundo Lepsch et al. (2015), a velocidade de escoamento superficial é classificada como média a rápida nos relevos ondulado e forte ondulado, potencializando o processo de erosão hídrica.

Na microbacia podem ser adotadas práticas de manejo de caráter vegetativo, edáfico e mecânico, dependendo das características do relevo na paisagem. As práticas de manejo vegetativo envolvem florestamento, reflorestamento, adubação verde e plantas de cobertura, e tem o objetivo de reduzir o impacto da precipitação pluviométrica sobre o solo (Bertoni & Lombardi Neto, 2014). As práticas de caráter edáfico estão relacionadas com a capacidade produtiva do solo, visando à manutenção ou melhoria de sua fertilidade, e tem-se como exemplos adubações, calagens, rotação de cultura, eliminação ou controle de queimadas (Bertoni & Lombardi Neto, 2014). As práticas de caráter mecânico tem o intuito de formar barreiras físicas para aumentar a capacidade de infiltração de água no solo e o abastecimento do lençol freático, e reduzir o escoamento superficial, responsável por potencializar o processo de erosão hídrica, como exemplo tem-se adoção de plantio em contorno, terraceamento e, disposição racional de estradas e carregadores (Bertoni & Lombardi Neto, 2014).

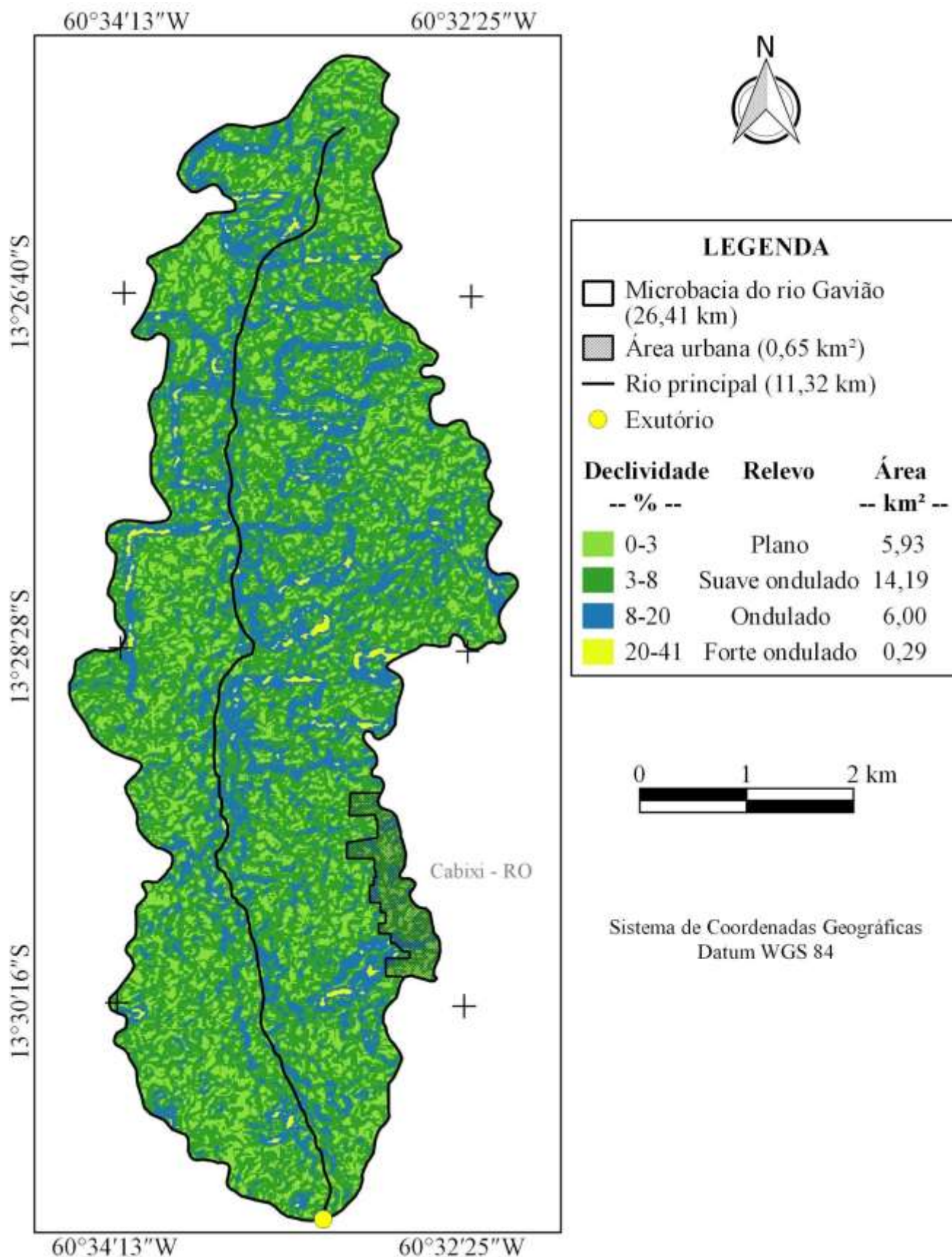
**Figura 3.** Altitude da microbacia do rio Gavião, Amazônia Ocidental, Brasil.



Fonte: Autores.



**Figura 4.** Relevo da microbacia do rio Gavião, Amazônia Ocidental, Brasil.



Fonte: Autores.

É importante destacar a necessidade de manter uma proporção adequada da floresta nativa em cada porção do relevo, visto que a floresta exerce diferentes funções eco-hidrológicas em função de sua localização na paisagem, como o abastecimento de lençol freático no topo dos morros, contenção de processos erosivos nas encostas e proteção dos recursos hídricos na zona ripária (Tambosi, et al., 2015). Logo, é recomendado um estudo sobre a análise temporal e espacial da cobertura do solo na microbacia do rio Gavião, para entender o processo de ocupação e selecionar áreas prioritárias para a recuperação da vegetação nativa.

A declividade da paisagem na microbacia exerce baixa influência na propagação de incêndios em 95,71% de sua área, e moderada influência em 4,05%. Com relação à aptidão à mecanização agrícola, 95,72% da área da microbacia é classificada como apta a extremamente apta, e 3,18% é moderadamente apta. Resultados semelhantes foram observados em microbacias próximas, como Santa Teresinha (Soares, et al., 2019b), São Jorge (Pacheco, et al., 2020) e Jacuri (Panza, et al., 2020), e explica porque o agronegócio vem se desenvolvendo rapidamente nesta região.

### 3.3 Características hidrográficas

A microbacia do rio Gavião tem rede de drenagem de 21,25 km, padrão dendrítico de 3ª ordem (Figura 5), 1,21 nascentes  $\text{km}^{-2}$  (Figura 6), densidade de drenagem de 0,80  $\text{km km}^{-2}$ , coeficiente de manutenção 1.250,00  $\text{m}^2 \text{m}^{-1}$ , índice de sinuosidade de 9,89% e tempo de concentração de 2,74 h.

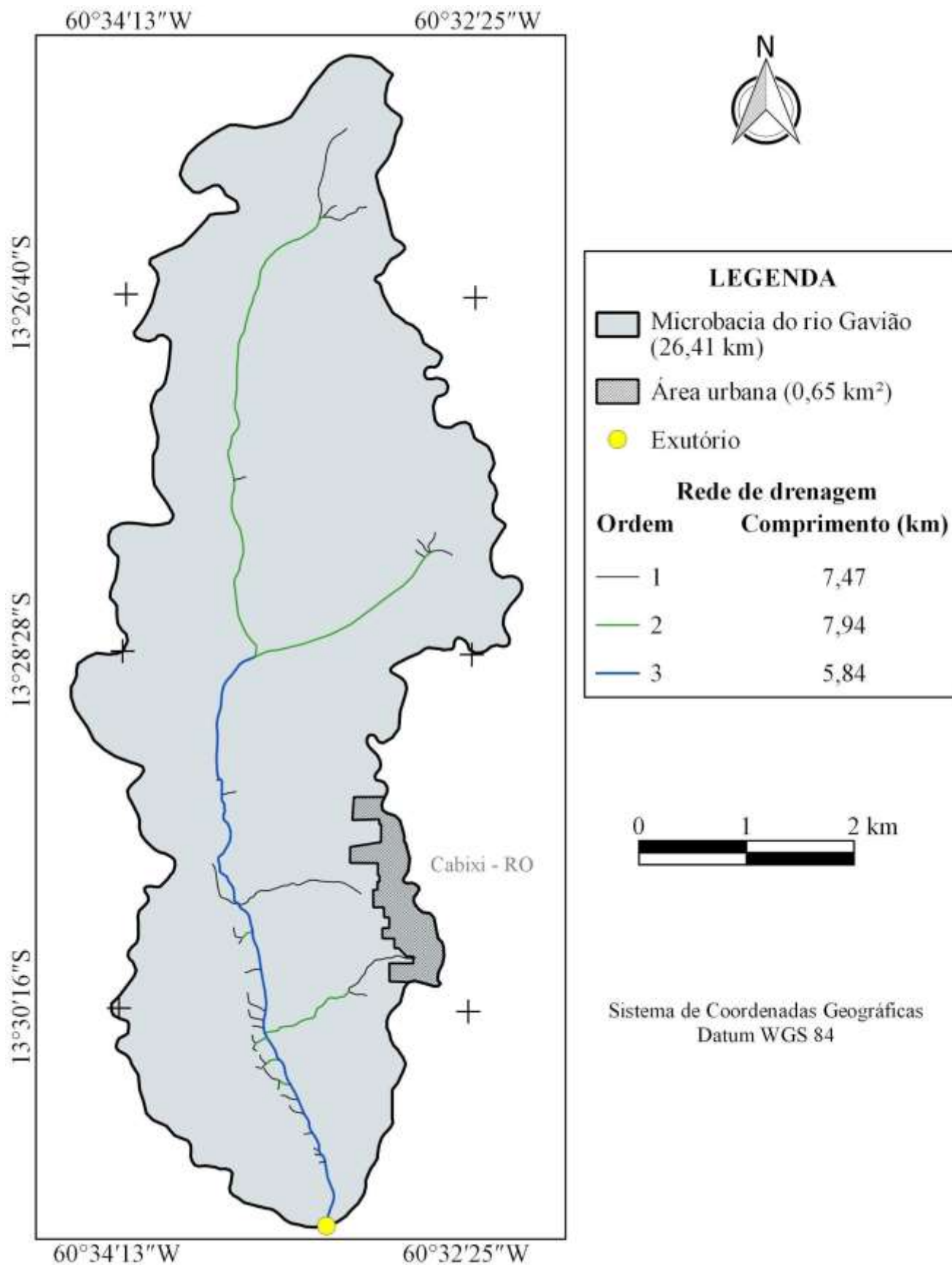
O padrão dendrítico indica que a rede de drenagem se formou sobre uma rocha com estrutura horizontal homogênea (Parvis, 1950), e a 3ª ordem de rios denota condições moderadas para habitação de peixes (Tabela 3). Nestas condições é necessário maior cuidado para a manutenção dos recursos hídricos, tendo em vista que o uso e manejo inadequado do solo podem comprometer a quantidade e qualidade hídrica, e, conseqüentemente, a conservação das espécies de peixes nativos da região.

A densidade de nascente é considerada baixa e a densidade de drenagem é média (Tabela 3), indicando baixa capacidade de gerar novos cursos d'água e potencial hídrico médio. Quanto maiores as densidades de nascentes e drenagem, mais elevado é o potencial hídrico da região (Cherem, et al., 2020). Em relevos com baixas declividades é comum a formação de uma baixa densidade de nascentes e baixa a média densidade de drenagem, como pode ser observado nas microbacias dos rios Santa Teresinha (Soares, et al., 2019b) e Jacuri (Panza, et al., 2020). As baixas densidades de nascentes e drenagem limitam a distribuição espacial dos recursos hídricos superficiais (Figuras 5 e 6), mesmo com o padrão de drenagem dendrítico, havendo a necessidade de perfurar poços para acessar a água subterrânea em alguns estabelecimentos agropecuários.

O coeficiente de manutenção informa a área mínima que a microbacia precisa dispor para a manutenção de um metro de canal fluvial (Santos & Morais, 2012). Portanto, pode-se inferir que é necessário uma área maior para a manutenção dos recursos hídricos na microbacia do rio Gavião em relação às microbacias Alto Rio Escondido (Vendruscolo, et al., 2020a), Médio Rio Escondido (Vendruscolo, et al., 2020b), Enganado (Moreto, et al., 2019) e Jacuri (Panza, et al., 2020) cujos valores são 234, 246, 347 e 1.203  $\text{m}^2 \text{m}^{-1}$ , respectivamente.

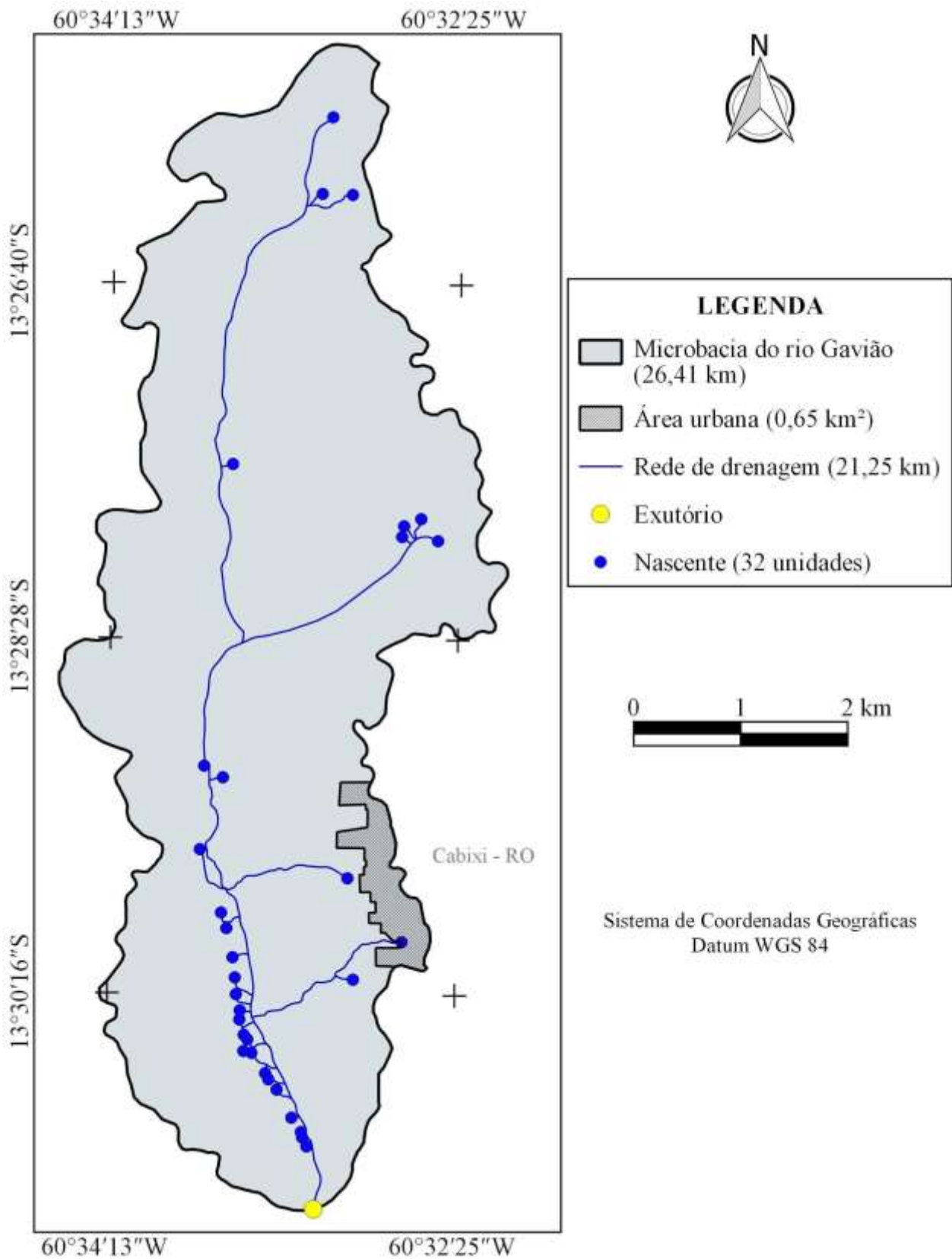
O índice de sinuosidade confirma a presença de um canal principal muito reto. Este tipo de canal é considerado raro na natureza, geralmente ocorre devido ao controle oferecido por linhas tectônicas ou embasamento rochoso (Christofolletti, 1980), e a velocidade máxima do fluxo hídrico encontra-se no centro do canal, decrescendo lentamente em direção às margens (Suguió & Bigarella, 1990).

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



Fonte: Autores.

**Figura 6.** Distribuição espacial das nascentes na microbacia do rio Gavião, Amazônia Ocidental, Brasil.



Fonte: Autores.

O tempo de concentração da microbacia do rio Gavião (2,74 h) é considerado inferior aos observados nas microbacia dos rio São Jorge (3,63 h) (adaptado de Pacheco, et al., 2020), Médio Rio Escondido (4,46 h) (adaptado de Vendruscolo, et al.,

2020b) e Alto Rio Escondido (5,02 h) (adaptado de Vendruscolo, et al., 2020a). As microbacias citadas tem canais principais retos a sinuosos com comprimentos de 16,07 a 27,93 km, que elevam os tempos de concentração em relação ao observado na microbacia em estudo.

#### 4. Conclusão

A microbacia do rio Gavião tem área de 26,41 km<sup>2</sup>, perímetro de 32,41 km, fator de forma de 0,20, índice de circularidade de 0,32 e coeficiente de compacidade correspondente a 1,77, indicando baixa suscetibilidade a enchentes quando considerado condições normais de precipitação.

Os valores de altitude variam de 207 a 300 m, com valor médio de 251 m, com amplitude altimétrica de 93 m. A região tem relevo plano (5,93 km<sup>2</sup>), suave ondulado (14,19 km<sup>2</sup>), ondulado (6,00 km<sup>2</sup>) e forte ondulado (0,29 km<sup>2</sup>).

A rede de drenagem tem 21,25 km, com padrão dendrítico de 3ª ordem, 1,21 nascentes km<sup>-2</sup>, densidade de drenagem de 0,80 km km<sup>-2</sup>, coeficiente de manutenção 1.250,00 m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup>, índice de sinuosidade de 9,89 e tempo de concentração de 2,74 h.

A microbacia do rio Gavião tem potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, inclusive para o uso de mecanização agrícola, contudo, é necessário adotar planos de manejo do solo que permitam a conservação dos recursos naturais.

A microbacia tem regiões aptas à expansão da área urbana do município de Cabixi, assim, deve-se evitar seu avanço sobre a zona ripária, para manter a qualidade dos recursos hídricos.

Recomenda-se uma análise temporal e espacial da cobertura do solo na microbacia do rio Gavião para compreender a dinâmica de ocupação da região, e para delimitar áreas prioritárias a manutenção e recuperação da cobertura florestal 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)
- 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*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Bertoni, J., & Lombardi Neto, F. (2014). *Conservação do solo*. Editora Icone.
- Blum, C. T., Roderjan, C. V. & Galvão, F. (2011). O clima e sua influência na distribuição da floresta ombrófila densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná. *Floresta*, 41(3), 589-598. [10.5380/rev.v41i3.24052](https://doi.org/10.5380/rev.v41i3.24052)
- 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*. Canberra: 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*. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil.
- Christofolletti, A. (1980). *Geomorfologia*. (2a ed.), Edgard Blucher.
- Fairfull, S., & Witheridge, G. (2003). *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. NSW Fisheries.
- 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](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.
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (2018). *Acervo fundiário*. <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>.
- 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*. Palmas-TO: 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*. Viçosa-MG: 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*. São Carlos: Universidade de São Paulo.
- Moreira, M. A. (2001). *Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação*. São José dos Campos-SP: 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 Venezuelana*, 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
- Pereira, M. F. C. & Kahil, S. P. (2010). A lógica corporativa do uso do Território em Rondônia: o agronegócio da soja na região de Vilhena. *Revista de Geografia Agrária*, 5(10), 288-311. <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/11991/8253>
- 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.
- 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](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1)
- Santos, A. M., & Mota, V. C. (2017). Análise espacial dos usos e da cobertura da terra no pantanal dos rios Guaporé e Mamoré/Rondônia. *Revista Brasileira de Geomática*, 5(3), 433-452. 10.3895/rbgeo.v5n3.5421
- 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, D. A. R. & Morais, F. (2012). Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da região de Lagoa da Confusão – TO. *Revista Geonorte*, 3(4), 617-629. <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1975/1849>
- 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*. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Soares, G. S., Santos Junior, N. R. F., Lima, A. C. R., Bento, A. R., Vendruscolo, J. & Rosell, E. C. F. (2019a). Caracterização morfométrica da sub-bacia hidrográfica do rio Capitão Cardoso Tenente Marques, Rondônia, Brasil. *Revista Geográfica Venezuelana*, especial, 28-39. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46153>
- 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>
- Silva, Q. D. (2012). *Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão*. Presidente Prudente-SP: Universidade Estadual Paulista.
- 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
- Tambosi, L., Vidal, M. M., Ferraz, S. F. B. & Metzger, J. P. (2015). Funções eco-hidrologicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos Avançados*, 29(84), 151-162. 10.1590/S0103-40142015000200010
- 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.