

# Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil

Juliane Batista Mendes de Alencar<sup>1</sup>, João Ânderson Fulan<sup>2</sup>, João Marcelo Silva do Nascimento<sup>3</sup>, Emanuel Maia<sup>4</sup>, Jhony Vendruscolo<sup>5,\*</sup>

**Citação:** Alencar, J.B.M.; Fulan, J.Â.; Nascimento, J.M.S.; Maia, E.; Vendruscolo, J. Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil. *RBCA* 2024, v. 13, n. 1, p.203-223.

Editor de Seção: Francisco Adilson dos Santos Hara e Nilson Junior Nilson  
Reinaldo Fernandes dos Santos Junior  
Recebido: 17/06/2023  
Aceito: 16/02/2024  
Publicado: 29/02/2024

**Nota do editor:** A RBCA permanece neutra em relação às reivindicações jurídicas em sites publicados e afilições institucionais.



**Copyright:** © 2024 pelos autores. Enviado para possível publicação em acesso aberto sob os termos e condições da licença Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

- <sup>1</sup> Fundação Universidade Federal de Rondônia, Discente do curso de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, 0009-0002-8698-9296, [jullianealencar81@gmail.com](mailto:jullianealencar81@gmail.com)  
<sup>2</sup> Universidade Federal de São Carlos, Docente do Departamento de Hidrobiologia, Campus de São Carlos, São Paulo, Brasil, 0000-0003-0077-3129, [joaofulan@ufscar.br](mailto:joaofulan@ufscar.br)  
<sup>3</sup> Fundação Universidade Federal de Rondônia, Docente do Departamento de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, 0000-0001-6720-863X, [jmarcelo@unir.br](mailto:jmarcelo@unir.br)  
<sup>4</sup> Fundação Universidade Federal de Rondônia, Docente do Departamento de Engenharia Florestal, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, 0000-0002-5493-2183, [emanuel@unir.br](mailto:emanuel@unir.br)  
<sup>5</sup> Fundação Universidade Federal de Rondônia, Docente do Departamento de Engenharia Florestal, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, 0000-0003-3043-0581, [jhony@unir.br](mailto:jhony@unir.br)  
\* Correspondência: [jhony@unir.br](mailto:jhony@unir.br)

**Resumo:** Informações sobre características hidrogeomorfológicas e dinâmica de cobertura do solo são imprescindíveis para o planejamento e gestão ambiental, visando o desenvolvimento sustentável. Assim, teve-se por objetivo disponibilizar estas informações para a microbacia do rio Curiango. Para aquisição dos dados foram utilizadas equações e geotecnologias. A microbacia do rio Curiango tem área de 5,68 km<sup>2</sup>, perímetro de 12,65 km, forma alongada, altitudes de 235 a 325 m, predominância de relevo suave ondulado (53,17%), regiões com baixa influência na propagação de incêndios (95,95%), aptas a extremamente aptas à mecanização agrícola (95,97%), padrão de drenagem dendrítico, hierarquia fluvial de 3ª ordem (rios pequenos), média densidade de nascentes (4,75 nascente km<sup>-2</sup>), alta densidade de drenagem (2,22 km km<sup>-2</sup>), índice de sinuosidade de 20,25% (canal principal reto), baixo coeficiente de manutenção (450,4 m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup>) e baixo tempo de concentração (1,53 h). De 1984 a 2022, ocorreu o crescimento da área de agropecuária, chegando a ocupar 86,27% da área da microbacia e 65,88% da área da zona ripária no último ano. Neste cenário, recomenda-se medidas integradas para mitigar o impacto antrópico nos recursos hídricos, e reduzir a suscetibilidade à escassez hídrica na microbacia.

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

**Abstract:** Information on hydrogeomorphometric characteristics and soil cover dynamics are essential for planning and environmental management, aiming at sustainable development. Thus, the objective was to make this information available for the Curiango river microbasin. For data acquisition, equations and geotechnologies were used. The Curiango river microbasin has an area of 5.68 km<sup>2</sup>, a perimeter of 12.65 km, an elongated shape, altitudes from 235 to 325 m, a predominance of smooth-wavy relief (53.17%), regions with low influence on the spread of fires (95.95%), apt to extremely apt for agricultural mechanization (95.97%), dendritic drainage pattern, 3rd order river hierarchy (small rivers), medium density of sources (4.75 sources km<sup>-2</sup>), high drainage density (2.22 km km<sup>-2</sup>), sinuosity index of 20.25% (straight main channel), low maintenance coefficient (450.4 m<sup>2</sup>

m<sup>-1</sup>) and low concentration time (1.53 h). From 1984 to 2022, the area of agriculture and livestock grew, reaching 86.27% of the microbasin area and 65.88% of the riparian zone area in the last year. In this scenario, integrated measures are recommended to mitigate the anthropic impact on water resources, and reduce the susceptibility to water scarcity in the microbasin.

**Keywords:** Remote sensing; landscape features; conservation of natural resources.

## 1. Introdução

As microbacias são consideradas as unidades mais importantes para gestão dos recursos naturais. Todas as atividades humanas como as agropecuárias podem afetar diretamente, por exemplo, rios da região, e, por essa razão, informações sobre as características de paisagem podem influenciar na tomada de decisão de práticas de manejo sustentáveis do solo e da água (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a). As microbacias também podem ser consideradas como unidades ideais para o planejamento de atividades antrópicas por abranger todos os segmentos da sociedade que utilizam recursos hídricos, como o abastecimento humano e industrial, produtividade agropecuária e lazer (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014).

O planejamento e gestão dos recursos naturais tem como base as características da paisagem, com destaque para as características geométricas (área, perímetro, fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade), topográficas (altitude e declividade) e hidrográficas (padrão de drenagem, ordem dos rios, densidade de nascentes, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, índice de sinuosidade e tempo de concentração) (CORRÊA *et al.*, 2021; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2022a; VENDRUSCOLO *et al.*, 2022b). Além das características hidrogeomorfológicas também é importante analisar a dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo, para entender o processo de uso e ocupação do solo ao longo do tempo e do espaço (FOGUES *et al.*, 2023; PAULO *et al.*, 2023; SILVA *et al.*, 2023).

O uso de geotecnologias vêm sendo cada vez mais utilizado para estudo e análises de bacias e sub-bacias, bem como também de microbacias (CAVALHEIRO; VENDRUSCOLO, 2019), visando então um detalhamento de dados que permitem investigar a situação em que se encontram para uma possível elaboração de proposta de planejamento de manejo dos recursos naturais. O desenvolvimento de geotecnologias, capazes de processar dados provenientes de imagens obtidas por sensores orbitais integrados com dados cartográficos, tornou possível o estudo detalhado de microbacias hidrográficas (SALGADO *et al.*, 2009). A geotecnologia apresenta muitas vantagens em relação ao trabalho em campo, com destaque para a aquisição de dados detalhados das características da paisagem em tempo hábil e com baixo custo financeiro (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2022b).

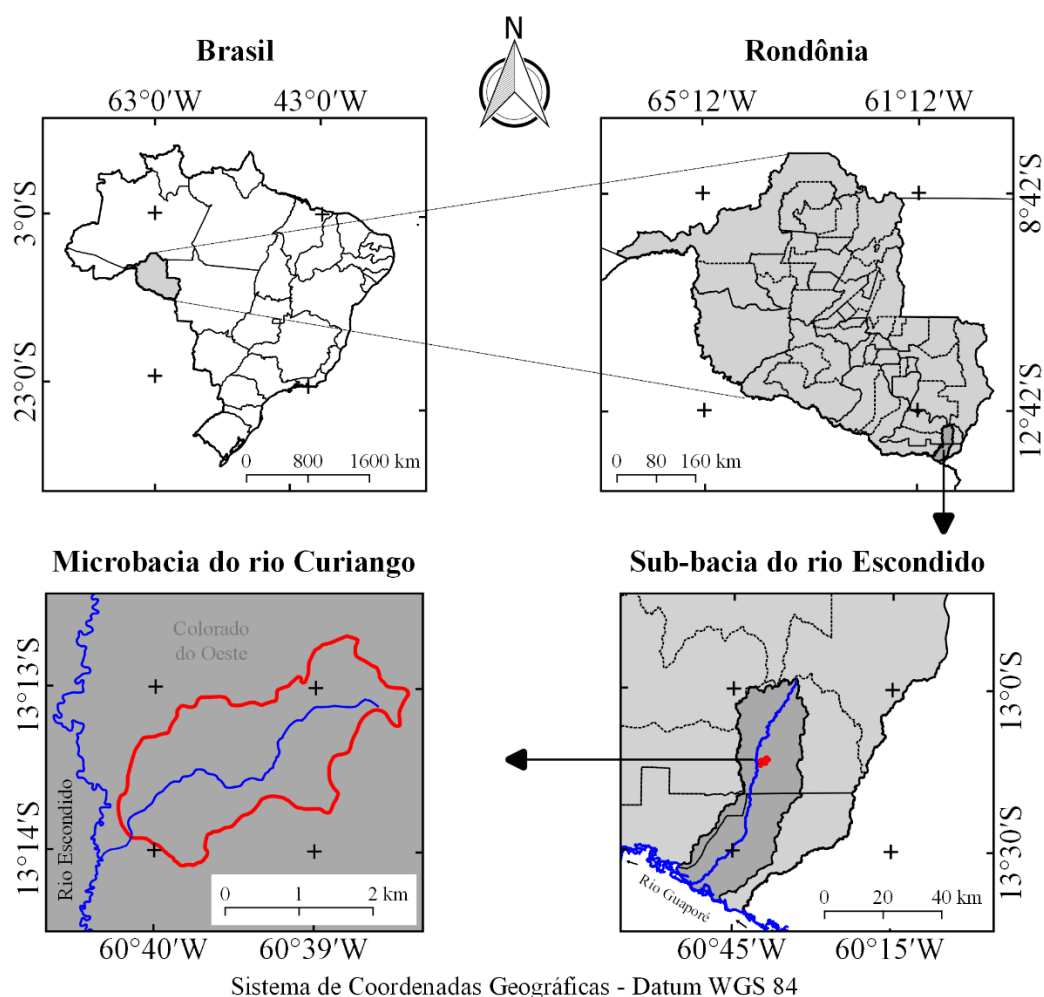
A microbacia do rio Curiango pertence à sub-bacia do rio Escondido e a bacia do rio Guaporé, localizada no município de Colorado do Oeste, Rondônia. Abrange 14 propriedades rurais (INCRA, 2018), e está inserida no território do Cone Sul, onde predomina o agronegócio voltado para o cultivo de soja (PEREIRA; KAHIL, 2010) e milho (EMBRAPA, 2008), portanto, necessita de informações sobre as características da paisagem para auxiliar no desenvolvimento sustentável da região.

Em face ao exposto, objetivou-se com o presente trabalho, obter e disponibilizar informações sobre as características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Curiango, visando auxiliar no planejamento e na gestão ambiental da região.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

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

A microbacia do rio Curiango está inserida na sub-bacia do rio Escondido e bacia do rio Guaporé, localizada no município de Colorado do Oeste (Figura 1). A região tem clima classificado como Tropical com inverno seco (Aw) (BECK *et al.*, 2018), temperaturas médias entre 24 e 26°C (ALVARES *et al.*, 2013), precipitação anual de 1.728,9 a 1.843,7 mm, concentrada nos meses de novembro a março (FRANCA, 2015), litologia formada por rochas ígneas e metamórficas (86,99 %), e sedimentos inconsolidados (13,01%) (CPRM, 2018), e solos classificados com Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (96,49%), Argissolos Vermelhos eutróficos (3,05%) e Gleissolos distróficos (0,46%) (SEDAM, 2002).



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

## 2.2 Metodologia

As características da paisagem analisadas foram: geométricas (área, perímetro, fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade), topográficas (altitude e declividade), hidrográficas (padrão de drenagem, ordem dos rios, densidade de nascentes, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, índice de sinuosidade e tempo de concentração) e de cobertura do solo. Para a aquisição destas informações e elaboração dos mapas, foram utilizados os softwares QGIS 2.10.1 (versão Pisis), Google Earth e Track-Maker Free, equações, imagens registradas pelos satélites ALOS (sensor Palsar) (ASF, 2021), LANDSAT 5 e LANDSAT 8. O processamento foi executado em cinco etapas, sendo estas:

### 1ª Etapa – Características geométricas

Área e perímetro da microbacia: inicialmente foi delimitado o perímetro da microbacia utilizando 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 a imagem altimétrica, de forma automática. O arquivo matricial gerado no TauDEM foi transformado para o formato vetorial (ferramenta “poligonizar”), em seguida, dissolvido (ferramenta “dissolver”), suavizado (ferramenta “simplificar geometria”) e ajustado no software Google Earth, considerando as características da rede de drenagem e relevo. Após isso, foram calculados a área e o perímetro com a ferramenta “calculadora de campo”.

Fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade: estes parâmetros foram calculados com as equações 1 (VILLELA; MATTOS, 1975), 2 (CHRISTOFOLETTI, 1980) e 3 (VILLELA; MATTOS, 1975), e comparados com dados da literatura (Tabela 1).

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

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

$$Ic = \frac{12,57xA}{P^2} \quad (2)$$

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

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

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

**Tabela 1.** Classificação dos parâmetros fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade.

| Parâmetro                               | Limite      | Classe                      |
|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------|
| Fator de forma <sup>1</sup>             | < 0,50      | Não sujeito a enchentes     |
|                                         | 0,50 – 0,75 | Tendência média a enchentes |
|                                         | 0,76 – 1,00 | Sujeito a enchentes         |
| 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 enchentes  |
|                                         | 1,26 – 1,50 | Tendência média a enchentes |
|                                         | > 1,50      | Não sujeito a enchentes     |

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

## 2ª Etapa – Características topográficas

Altitude: as altitudes mínima e máxima foram obtidas diretamente das imagens altimétricas, e a altitude média foi mensurada com a ferramenta “estatística por zona”.

Declividade: mensurada com a ferramenta “modelo digital de elevação”, em seguida foi classificada para a aquisição de informações relacionadas ao relevo, influencia na propagação de incêndios e aptidão à mecanização agrícola (Tabela 2).

**Tabela 2.** Classificação do relevo, influencia na propagação de incêndios e aptidão à mecanização agrícola em função da declividade (%).

| Parâmetro           | Classe         | Declividade (%) |
|---------------------|----------------|-----------------|
| Relevo <sup>1</sup> | Plano          | 0-3             |
|                     | Suave ondulado | 3-8             |
|                     | Ondulado       | 8-20            |
|                     | Forte ondulado | 20-45           |

|                                                    |                    |           |
|----------------------------------------------------|--------------------|-----------|
|                                                    | Montanhoso         | 45-75     |
|                                                    | Escarpado          | > 75      |
| Influência na propagação de incêndios <sup>2</sup> | Baixa              | ≤ 15      |
|                                                    | Moderada           | 16-25     |
|                                                    | Alta               | 26-35     |
|                                                    | Muito alta         | 36-45     |
|                                                    | Extremamente alta  | > 45      |
| Aptidão à mecanização agrícola <sup>3</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>Santos *et al.* (2013); <sup>2</sup>Ribeiro *et al.* (2008); <sup>3</sup>Höfig; Araujo-Junior (2015).

### 3ª Etapa – Características hidrográficas

Padrão de drenagem, ordem dos rios e nascentes: inicialmente foram gerados os cursos d'água por meio de trilhas, utilizando a ferramenta “adicionar caminho” do software Google Earth. As trilhas foram salvas em formato KML (Keyhole Markup Language), unidas com a ferramenta “Lápis” no software TrackMaker Free e convertidas para o formato Shapefile (SHP) no software QGIS. Em seguida, foi identificado o padrão de drenagem, comparando a distribuição espacial da rede de drenagem da área em estudo com os dados de Parvis (1950), e classificada a ordem dos rios com a ferramenta “strahler”. As nascentes foram extraídas com a ferramenta “Stream feature extractor”.

Densidade de nascentes, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, índice de sinuosidade e tempo de concentração: estes parâmetros foram calculados com as equações 4 (SANTOS *et al.*, 2012), 5 (HORTON, 1932), 6 (CHRISTOFOLETTI, 1980), 7 (VILLELA; MATTOS, 1975) e 8 (KIRPICH, 1940, apud TARGA *et al.*, 2012).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Em que: 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 de 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                                                          | Limite    |
|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| Ordem dos rios <sup>1</sup>         | -                          | Rio pequeno                                                     | 1-3       |
|                                     |                            | Rio médio                                                       | 4-6       |
|                                     |                            | Rio Grande                                                      | 7-10      |
| Ordem dos rios <sup>2</sup>         | Unidades                   | Elevada probabilidade de secar no período de estiagem           | 1         |
|                                     |                            | Moderada probabilidade de secar durante o período de estiagem   | 2         |
|                                     |                            | Baixa probabilidade de secar durante o período de estiagem      | 3         |
|                                     |                            | Improvável probabilidade de secar durante a estação de estiagem | ≥ 4       |
|                                     |                            |                                                                 |           |
| Densidade de nascentes <sup>3</sup> | Nascentes km <sup>-2</sup> | Baixa                                                           | < 3       |
|                                     |                            | Média                                                           | 3-7       |
|                                     |                            | Alta                                                            | 7-15      |
|                                     |                            | Muito alta                                                      | > 15      |
| Densidade de drenagem <sup>4</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>5</sup>  | %                          | Muito reto                                                      | < 20      |
|                                     |                            | Reto                                                            | 20-29     |
|                                     |                            | Divagante                                                       | 30-39     |
|                                     |                            | Sinuoso                                                         | 40-50     |
|                                     |                            | Muito sinuoso                                                   | > 50      |

**Fonte:** <sup>1</sup>Vannote *et al.* (1980); <sup>2</sup>Adaptado de Fairfull; Witheridge (2003); <sup>3</sup>Lollo (1995); <sup>4</sup>Beltrame (1994); <sup>5</sup>Romero; Formiga; Marcuzzo (2017).

#### 4ª Etapa: Dinâmica da cobertura do solo

Para a análise da dinâmica de cobertura do solo foram utilizadas as imagens dos satélites Landsat 5 (1984) e Landsat 8 (2022) (USGS, 2023), registradas entre os meses de junho a outubro, em função da melhor qualidade das imagens (ausência de nuvens e fumaça). Maiores informações sobre as características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8 estão na tabela 4.

**Tabela 4.** Características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, utilizadas para a análise da dinâmica de cobertura do solo da microbacia e da zona ripária do rio Arara.

| Ano  | Satélite  | Sensor | B | Resolução      |              |                     | Temporal (dias) | Órbita/Ponto |
|------|-----------|--------|---|----------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------|
|      |           |        |   | Espectral (μm) | Espacial (m) | Radiométrica (bits) |                 |              |
| 1984 | Landsat 5 | TM     | 3 | 0,63-0,69      | 30           | 08                  | 16              | 230/69       |
|      |           |        | 4 | 0,76-0,90      |              |                     |                 |              |
|      |           |        | 5 | 1,55-1,75      |              |                     |                 |              |
| 2022 | Landsat 8 | OLI    | 4 | 0,64-0,67      | 30           | 16                  | 16              | 230/69       |
|      |           |        | 5 | 0,85-0,88      |              |                     |                 |              |
|      |           |        | 6 | 1,57-1,65      |              |                     |                 |              |

B = Banda; TM = Thematic Mapper; OLI = Operational Land Imager.

A cobertura do solo foi classificada de acordo com as principais classes da cobertura da região (floresta nativa, agropecuária, área urbana e água), nos seguintes passos:

1º Passo: mensuração do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), com a equação 9.

$$IVND = \frac{(IP - V)}{(IP + V)} \quad (9)$$

Em que: IP = Infravermelho Próximo (B4 = Landsat 5; B5 = Landsat 8); V = vermelho (B3 = Landsat 5; B4 = Landsat 8).

2° Passo: coleta de 40 amostras de pixels em cada imagem IVDN, 10 para cada classe de cobertura do solo.

3° Passo: divisão da imagem IVDN em classes com a ferramenta “slicer”, e conversão da imagem matricial gerada para formato vetorial, com a ferramenta “poligonizar”.

4° Passo: comparação da imagem classificada com a imagem falsa cor (R5G4B3 para o Landsat 5, e R6G5B4 para o Landsat 8), e ajuste das informações na tabela de atributos.

A zona ripária foi delimitada com a ferramenta “Buffer”, considerando 50 m de raio nas nascentes e faixa de 30 m de cada lado dos rios, conforme o estabelecido pela Lei nº 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012). Para a delimitação da zona ripária não foram consideradas as áreas consolidadas, citadas pela Lei 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012), tendo em vista que, segundo Tambosi *et al.* (2015), a largura estabelecida por esta Lei não garante a conservação dos recursos hídricos.

#### 5ª Etapa: Elaboração dos mapas

Para auxiliar a interpretação dos resultados, foram elaborados os mapas de altitude, relevo, influencia na propagação de incêndio, aptidão à mecanização agrícola, rede e ordem de drenagem e distribuição espacial das nascentes, utilizando a ferramenta “novo compositor de impressão”, e o Sistema de Coordenadas Geográficas – Datum WGS 84.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Características geométricas

A microbacia do rio Curiango tem área de 5,68 km<sup>2</sup>, perímetro de 12,65 km, fator de forma de 0,49, índice de circularidade de 0,50 e coeficiente de compacidade de 1,50. Esses resultados indicam que a microbacia tem forma alongada e baixa a média tendência a enchentes, do ponto de vista geométrico. As microbacias alongadas têm menor suscetibilidade a enchentes do que as microbacias circulares com áreas equivalentes, pois a água advinda da rede de drenagem tende a atingir o canal principal em tempos diferenciados, sendo necessário um tempo maior para a água alcançar o exutório (VILLELA; MATTOS, 1975; STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

É importante destacar que outros fatores influenciam na suscetibilidade a enchentes, como exemplos citam-se o tempo de concentração, uso e ocupação do solo. Estes fatores serão discutidos com maior detalhe nas seções “características hidrográficas” e “dinâmica da cobertura do solo”, respectivamente.

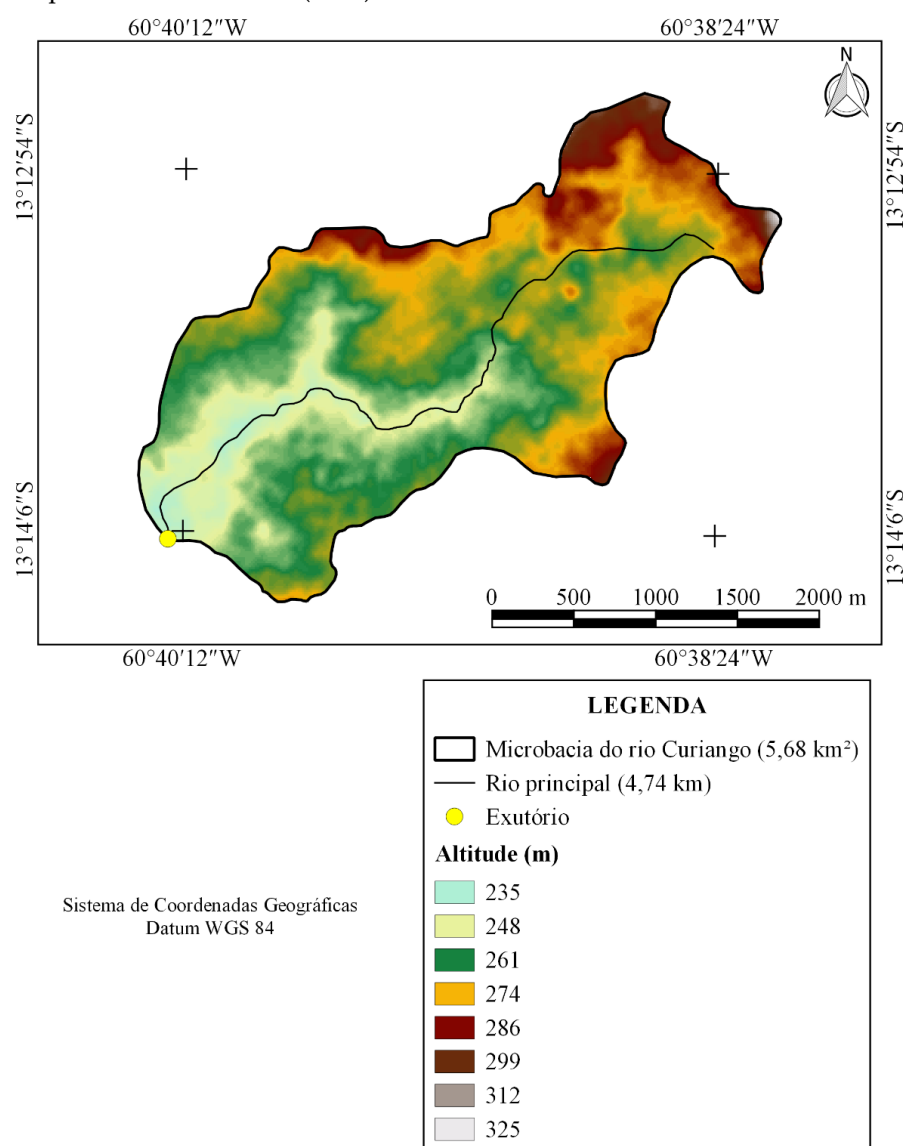
#### 3.2 Características topográficas

A microbacia tem valores de altitude variando de 235 a 325 m, com média de 264 m e amplitude altimétrica de 90 m (Figura 2). A relação entre altitude e temperatura é inversamente proporcional: à medida que a altitude aumenta, a temperatura tende a diminuir (FRITZSON; MANTOVANI; AGUIAR, 2008). Isso ocorre porque a altitude afeta a pressão atmosférica e a densidade do ar, que por sua vez afeta a quantidade de radiação solar que atinge a superfície da Terra (FRITZSON; MANTOVANI; WREGE, 2016). Portanto, a região da cabeceira da microbacia tende a apresentar temperatura menor em comparação com a região próxima ao exutório.

Na faixa de altitude da microbacia em estudo (235 a 325 m) são encontradas mais de 40 espécies vegetais de interesse econômico, pertencentes aos setores agrícolas (arroz - *Oryza sativa*, feijão - *Phaseolus vulgaris*, milho - *Zea mays*, soja - *Glycine max*, mandioca - *Manihot esculenta*, mamona - *Ricinus communis*, café conilon - *Coffea canephora* var. robusta, cacau - *Theobroma cacao*, urucum - *Bixa orellana*, pimenta-do-reino - *Piper nigrum* e girassol - *Helianthus annuus*), florestais (sumaúma - *Ceiba pentandra* e seringueira - *Hevea brasiliensis*), frutícolas (goiaba - *Psidium guajava*, laranja - *Citrus sinensis*, limão - *Citrus limon*, mamão - *Carica papaya*, manga - *Mangifera indica*, côco - *Cocos nucifera*, maracujá amarelo - *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, pitanga - *Eugenia uniflora*, jaca - *Artocarpus heterophyllus*, romã



- *Punica granatum*, abacate - *Persea americana*, abacaxi - Ananas comosus e pinha - *Annona squamosa* e graviola - *Annona muricata*) e olerícolas (Agrião - *Rorippa nasturtium-aquaticum*, batata-doce - *Ipomoea batatas*, inhame - *Dioscorea esculenta*, melancia - *Citrullus lanatus*, melão - *Cucumis melo*, rabanete - *Raphanus sativus* cv. group Small Radish, cará - *Dioscorea nummularia*, quiabo - *Abelmoschus esculentus*, taioba - *Xanthosoma sagittifolium*, gengibre - *Zingiber officinale*, couve-flor - *Brassica oleracea* cv. Group Cauliflower, brócolis - *Brassica oleracea* cv. Group Broccoli, cenoura - *Daucus carota* e chuchu - *Sechium edule*) (BOURKE, 2010). Essa diversidade de espécies confirma o potencial agropecuário da região, e é corroborada pelos dados do IBGE (2017).



**Figura 2.** Altitude da microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil.

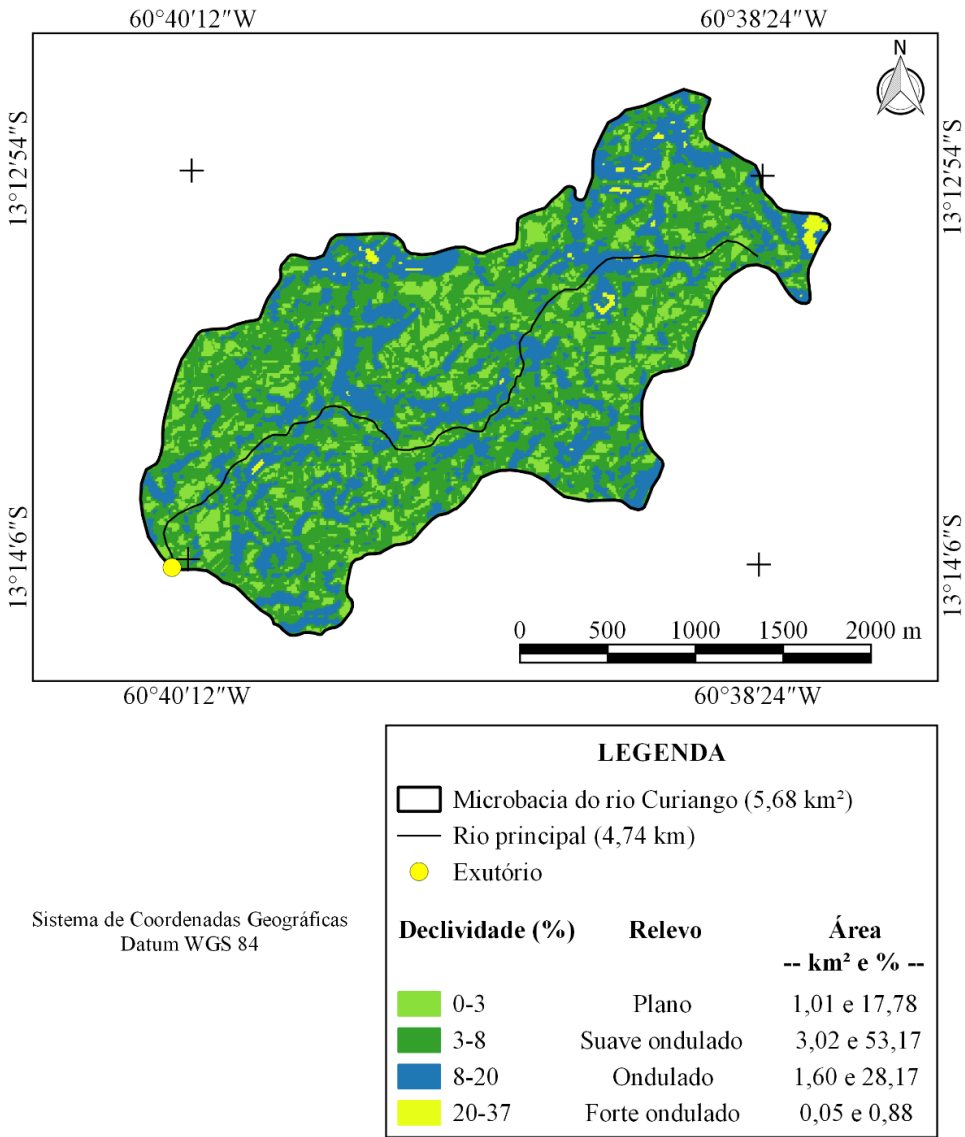
A declividade varia de 0 a 37%, formando relevos planos a forte ondulados, com predominância dos relevos suave ondulado (53,17% da área total) e ondulado (28,17% da área total) (Figura 3). O aumento da declividade do terreno eleva as perdas de solo, matéria orgânica, nutrientes e água (SOUSA; MARTINS FILHO; MATIAS, 2012), e a necessidade de selecionar práticas conservacionistas específicas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014). Mediante o exposto, recomenda-se as seguintes práticas conservacionistas (Tabela 5).

**Tabela 5.** Práticas conservacionistas recomendadas para a microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil.



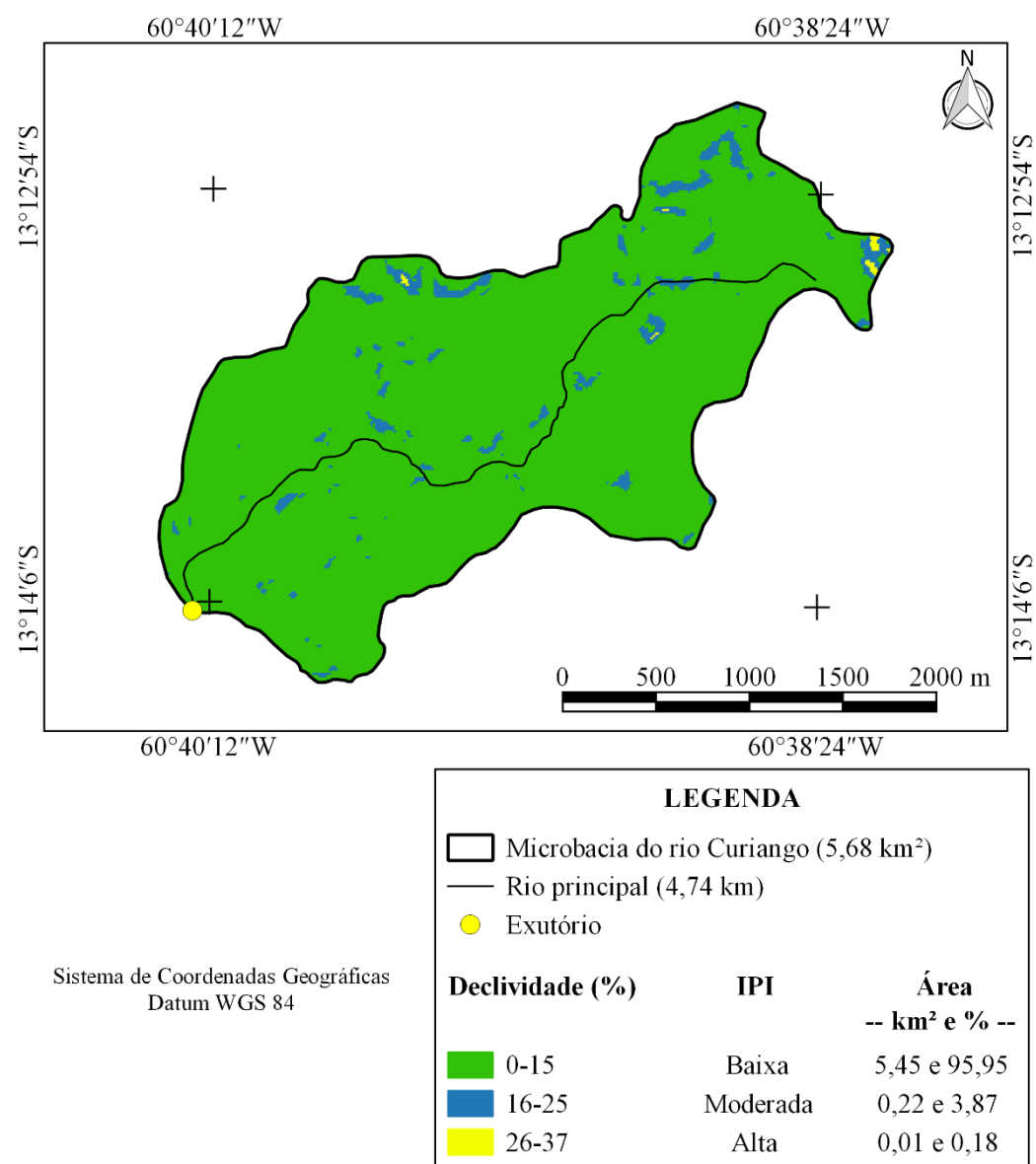
| Relevo         | Caráter    | Prática conservacionista                                                                                                                                          |
|----------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plano          | Vegetativo | Cultivo em faixa, cordões de vegetação permanente e cobertura morta<br>Calagem e adubação*<br>Plantio em contorno e terraceamento                                 |
|                | Edáfico    |                                                                                                                                                                   |
|                | Mecânico   |                                                                                                                                                                   |
| Suave ondulado | Vegetativo | Cultivo em faixa, cordões de vegetação permanente e cobertura morta<br>Calagem e adubação*<br>Plantio em contorno e terraceamento                                 |
|                | Edáfico    |                                                                                                                                                                   |
|                | Mecânico   |                                                                                                                                                                   |
| Ondulado       | Vegetativo | Cultivo em faixas, cordões de vegetação permanente e cobertura morta<br>Calagem e adubação*, adubação verde<br>Terraceamento e distribuição racional dos caminhos |
|                | Edáfico    |                                                                                                                                                                   |
|                | Mecânico   |                                                                                                                                                                   |
| Forte ondulado | Vegetativo | Manutenção da floresta nativa e reflorestamento<br>Calagem e adubação*, adubação verde e controle do fogo<br>Terraceamento e distribuição racional dos caminhos   |
|                | Edáfico    |                                                                                                                                                                   |
|                | Mecânico   |                                                                                                                                                                   |

\*Recomendação mediante análise de solo. **Fonte:** Bertoni e Lombard Neto, 2014.



**Figura 3.** Relevo da microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil.

A microbacia do rio Curiango apresenta diferentes níveis de influência na propagação de incêndios, baixa a extremamente alta, com destaque para as regiões com baixa influência, por representarem 95,95% da área total (Figura 4). As regiões mais íngremes exercem mais influência na propagação de incêndios, por esse motivo são prioritárias para implementação de ações preventivas, por exemplo, palestras educativas sobre conscientização ambiental, construção de aceiros e monitoramento do material combustível.



IPI: Influência na propagação de incêndios.

**Figura 4.** Influência na propagação de incêndios da microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil.

Com relação a aptidão à mecanização agrícola, a microbacia tem regiões classificadas como extremamente aptas à não aptas, porém, predominam as classes muito apta (42,42% da área total), extremamente apta (40,32% da área total) e apta (13,03% da área total) (Figura 5). Características semelhantes de aptidão à mecanização podem ser observadas em outras microbacias pertencentes a sub-bacia do rio Escondido (Tabela 6). Esses resultados confirmam a aptidão à mecanização agrícola da região, e corroboram com os dados do IBGE (2017), os quais citam que o principal sistema de cultivo no município de Colorado do Oeste é o sistema de plantio direto.

Tabela 6. Aptidão à mecanização agrícola de microbacias pertencentes à sub-bacia do rio Escondido.

| Aptidão à mecanização agrícola | Microbacia            |                            |                        |                          |                   |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|
|                                | Tamanduá <sup>1</sup> | Rio das Almas <sup>2</sup> | Jacarandá <sup>3</sup> | Rio da Paca <sup>4</sup> | Bodó <sup>5</sup> |
|                                | ----- Área % -----    |                            |                        |                          |                   |
| Extremamente apta              | 43,08                 | 42,03                      | 72,99                  | 60,25                    | 58,99             |
| Muito apta                     | 37,01                 | 37,84                      | 23,16                  | 36,71                    | 31,32             |
| apta                           | 12,99                 | 13,33                      | 3,38                   | 2,93                     | 7,21              |
| Moderadamente apta             | 5,03                  | 4,76                       | 0,46                   | 0,11                     | 1,96              |
| Não apta                       | 1,89                  | 2,05                       | 0,00                   | 0,00                     | 0,53              |

Fontes: <sup>1</sup>Vendruscolo et al. (2022c); <sup>2</sup>Vendruscolo et al. (2021a); <sup>3</sup>Santos et al. (2022); <sup>4</sup>Montagnolli et al. (2022); <sup>5</sup>Oliveira et al. (2022).

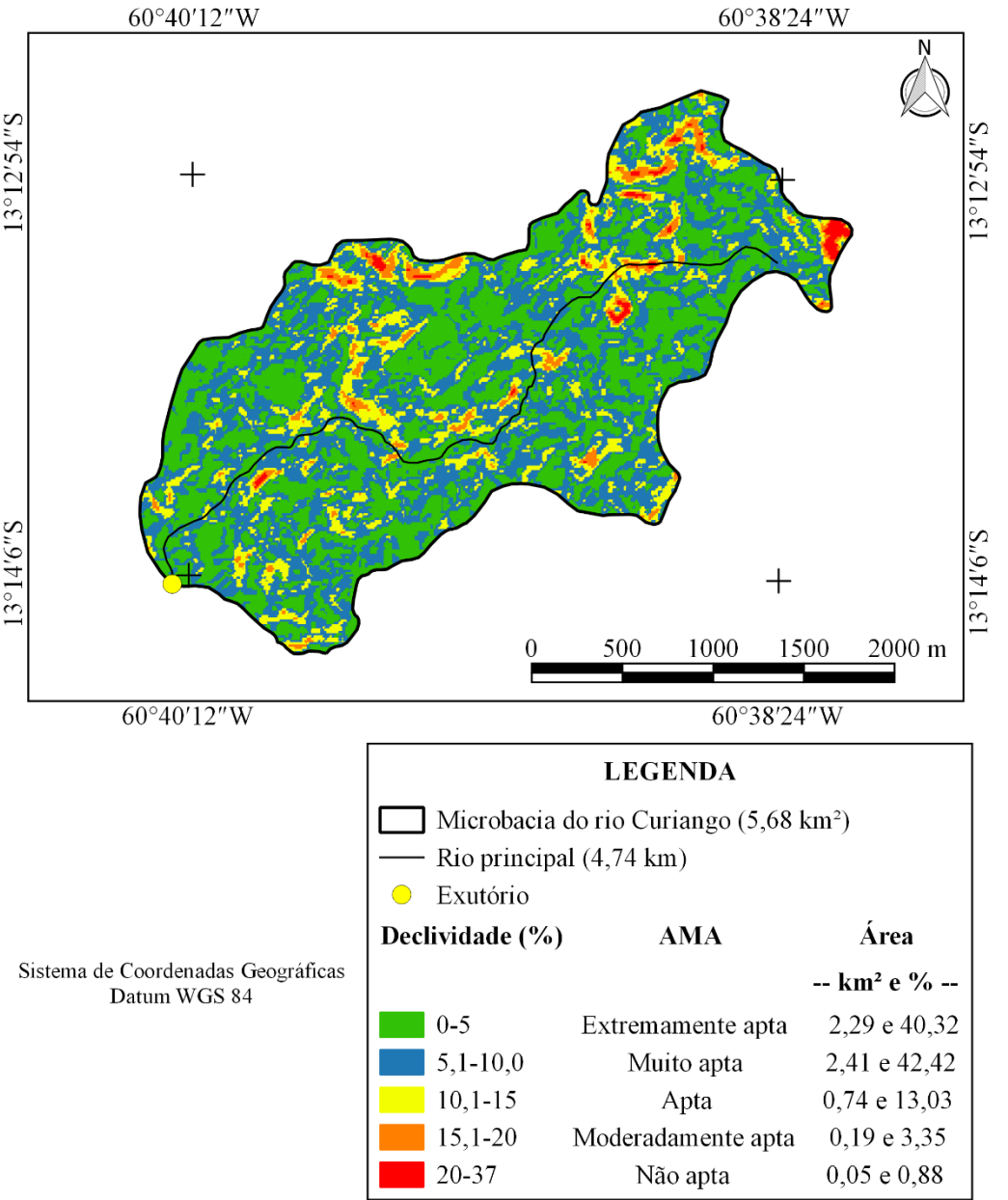


Figura 5. Aptidão à mecanização agrícola da microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil.

### 3.3 Características hidrográficas

A microbacia do rio Curiango tem rede de drenagem de 12,61 km, padrão de drenagem dendrítico, hierarquia fluvial de 3ª ordem, 27 nascentes (Figura 6), 4,75 nascentes km<sup>-2</sup>, densidade de drenagem 2,22 km km<sup>-2</sup>, coeficiente de manutenção 450,4 m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup>, índice de sinuosidade 20,25% e tempo de concentração de 1,53 h.

O padrão de drenagem dendrítico denota boa distribuição espacial dos recursos hídricos, e segundo Parvis (1950), ocorre quando o fluxo hídrico está sobre rochas horizontalmente homogêneas, do ponto de vista de erodibilidade. Esse padrão assemelha-se a uma árvore, onde as nascentes são as folhas, os galhos são os afluentes e o tronco é o rio principal (SMITH, 1943), e também ocorre nas microbacias dos rios Jaçanã (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022a), Boa Sorte (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022b), Jabuti (BANDEIRA *et al.*, 2022), Rio das Garças (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021b) e Sete Voltas (BOONE *et al.*, 2022), localizadas na mesma região da microbacia em estudo.

A hierarquia fluvial de 3ª ordem confirma a formação de rios pequenos. Esses rios apresentam três níveis de probabilidade de secar no período de estiagem, elevada nos rios de 1ª ordem (improvável habitat para peixes), moderada nos rios de 2ª ordem (baixas condições para habitação de peixes) e baixa nos rios de 3ª ordem (moderadas condições para habitação de peixes) (Tabela 3). Neste contexto, verifica-se que a região próxima dos rios de 3ª ordem são as mais indicadas para construção de tanques de piscicultura, e reservatórios de água para irrigação e dessedentação de animais, por ser menos suscetível à escassez hídrica.

As densidades de nascentes e drenagem são classificadas como média e alta, respectivamente (Tabela 3). Esses resultados indicam que a microbacia em estudo tem média capacidade de gerar novos cursos d'água (CHRISTOFOLETTI, 1969), alto potencial hídrico e alta capacidade de drenagem (CHEREM *et al.*, 2020). Essas densidades são influenciadas pela litologia e a declividade do terreno. Regiões formadas por rochas ígneas e metamórficas apresentam menor permeabilidade e, consequentemente, maior escoamento superficial para a formação de canais e nascentes, o inverso é observado nas regiões formadas por sedimentos inconsolidados (BOONE *et al.*, 2022; VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a). O aumento da declividade favorece o escoamento superficial (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014) e a formação de rios e nascentes (ANJOS *et al.*, 2021).

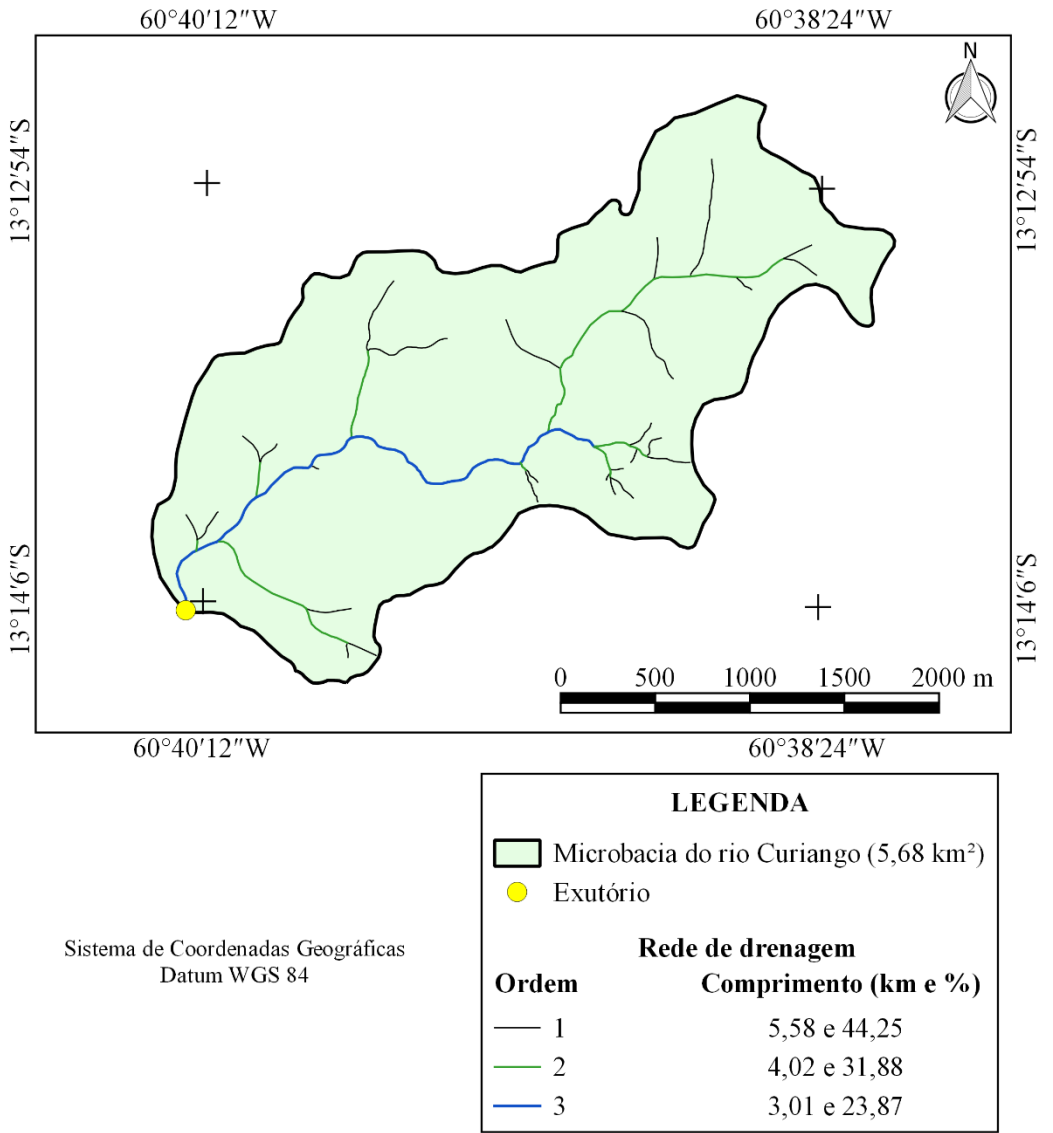
O coeficiente de manutenção da microbacia do rio Curiango confirma que são necessários 450,4 m<sup>2</sup> de área para a manutenção de cada metro de curso d'água. Se considerar uma escala de classificação (muito baixo: ≤ 203,40 m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup>; baixo: 203,41-785,43 m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup>; médio: 785,44-1.367,47 m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup>; alto: 1.367,48-1.949,49 m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup>; e muito alto: ≥ 1.949,50 m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup>) em relação a outras microbacias da sub-bacia do rio Escondido, pode-se inferir que o coeficiente de manutenção da microbacia do rio Curiango estaria classificado como baixo (Tabela 7).

**Tabela 7.** Coeficiente de manutenção de microbacias pertencentes à sub-bacia do rio Escondido.

| Microbacia                        | Coeficiente de manutenção (m <sup>2</sup> m <sup>-1</sup> ) | Classificação |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|
| Jacarandá <sup>1</sup>            | 1.949,5                                                     | Muito alto    |
| Ariranha <sup>2</sup>             | 1.157,9                                                     | Médio         |
| Bodó <sup>3</sup>                 | 1.104,1                                                     | Médio         |
| Pardal <sup>4</sup>               | 1.052                                                       | Médio         |
| Tamanduá <sup>5</sup>             | 1.023,4                                                     | Médio         |
| Rio da Paca <sup>6</sup>          | 1.010,2                                                     | Médio         |
| Rio das Almas <sup>7</sup>        | 800,9                                                       | Médio         |
| São Jorge <sup>8</sup>            | 563                                                         | Baixo         |
| <b>Curiango</b>                   | <b>450,4</b>                                                | Baixo         |
| Enganado <sup>9</sup>             | 347,2                                                       | Baixo         |
| Médio Rio Escondido <sup>10</sup> | 246                                                         | Baixo         |

|                                  |       |             |
|----------------------------------|-------|-------------|
| Alto Rio Escondido <sup>11</sup> | 234,1 | Baixo       |
| Rio do Gato <sup>12</sup>        | 210,3 | Baixo       |
| Sete Voltas <sup>13</sup>        | 203,4 | Muito baixo |

**Fontes:** <sup>1</sup>Santos *et al.* (2022); <sup>2</sup>Vendruscolo *et al.* (2022d); <sup>3</sup>Oliveira *et al.* (2022); <sup>4</sup>Travassos *et al.* (2022); <sup>5</sup>Vendruscolo *et al.* (2022); <sup>6</sup>Montagnolli *et al.* (2022); <sup>7</sup>Vendruscolo *et al.* (2021a); <sup>8</sup>Pacheco *et al.* (2020); <sup>9</sup>Moreto *et al.* (2019); <sup>10</sup>Vendruscolo *et al.* (2020a); <sup>11</sup>Vendruscolo *et al.* (2020b); <sup>12</sup>Ferreira *et al.* (2022a); <sup>13</sup>Boone *et al.* (2022).

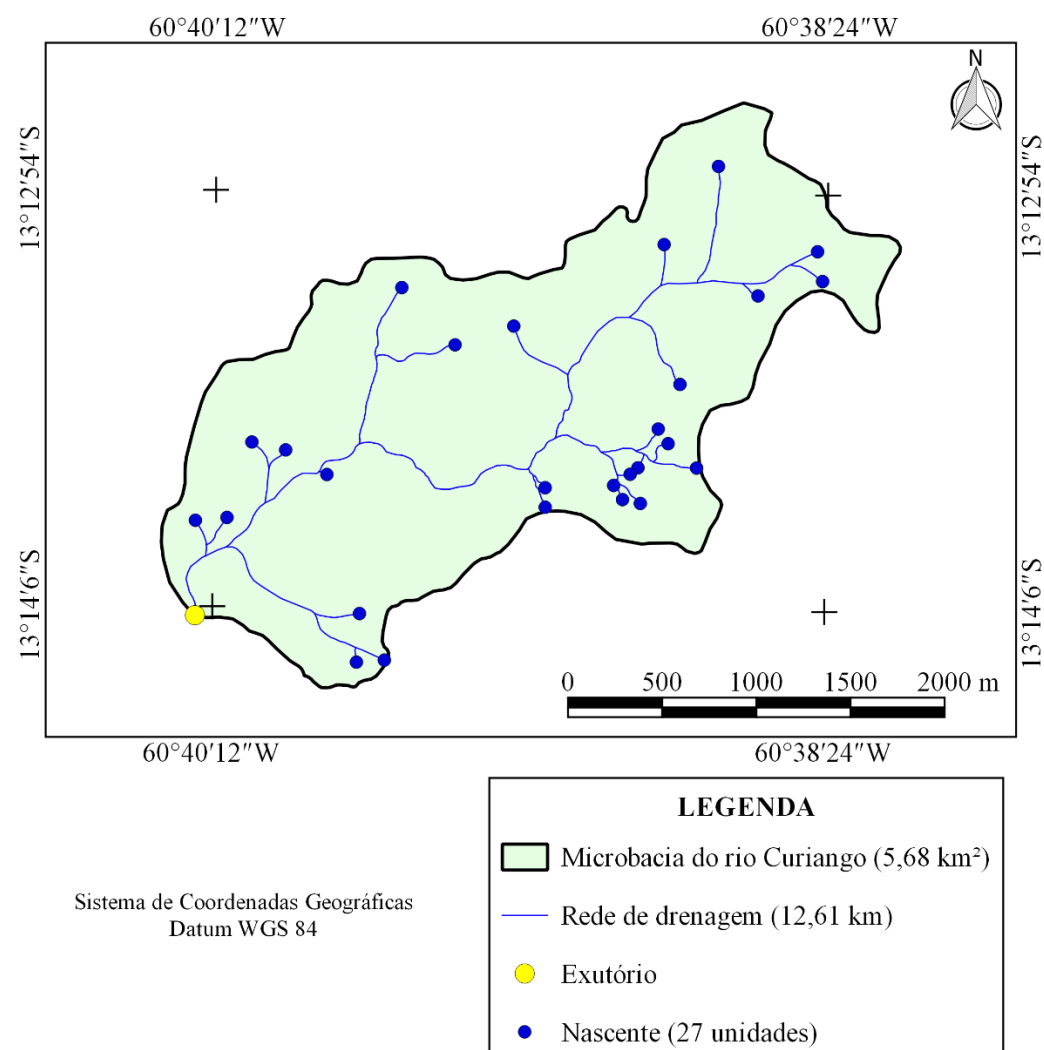


**Figura 6.** Rede e ordem de drenagem da microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil.

O índice de sinuosidade de 20,25% confirma a formação de um canal principal reto. Este parâmetro está associado com a litologia da região, e normalmente ocorre em regiões com elevado controle estrutural e/ou alta energia (CHEREM *et al.*, 2020). Rios com canais retos apresentam velocidade do fluxo hídrico maior do que rios com canais sinuosos (FELTRAN FILHO; LIMA, 2007), se ambos apresentarem declividade equivalente. Além disso, canais retos são menos propensos a acumular sedimentos, por apresentarem menor quantidade de meandros (CHEREM *et al.*, 2020).

O tempo de concentração é o tempo necessário para que a água da chuva se desloque do ponto mais distante da bacia hidrográfica até o exutório desta, e indica o tempo necessário para que toda bacia hidrográfica contribua para a vazão que chega ao exutório (Pinto *et al.*, 2008). No caso da microbacia do rio Curiango, esse tempo é de 1,53 h. Esse tempo é

considerado baixo quando comparado com a duração da precipitação na região. No município de Colorado do Oeste, onde está localizada a microbacia do rio Curiango, as chuvas podem durar até 24 horas, e estima-se que a cada 2 anos ocorram precipitações com duração de 1,53 h e intensidade de  $53,81 \text{ mm h}^{-1}$  (FIETZ *et al.*, 2011). Portanto, podem ocorrer enchentes na microbacia em estudo, mesmo apresentando formato alongado, se houver escoamento superficial.



**Figura 7.** Distribuição espacial das nascentes na microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil.

### 3.4 Dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo (1984 a 2022)

No período de 1984 a 2022 (38 anos), ocorreu grande redução da área de floresta nativa na microbacia, passando de 2,31 km<sup>2</sup> (40,67% da área total) para 0,75 km<sup>2</sup> (13,20% da área total), em contrapartida, ocorreram o crescimento das áreas de agropecuária, passando de 3,36 km<sup>2</sup> (59,15% da área total) para 4,90 km<sup>2</sup> (86,27% da área total), e de espelho d'água, passando de 0,01 km<sup>2</sup> (1,18% da área total) para 0,02 km<sup>2</sup> (2,35% da área total) (Figura 8).

A zona ripária tem área de 0,85 km<sup>2</sup>, e no período de 1984 a 2022, a dinâmica da cobertura do solo da zona ripária foi semelhante à dinâmica observada na microbacia, com redução da área de floresta nativa (0,36 para 0,27 km<sup>2</sup>) e aumento das áreas de agropecuária (0,48 para 0,56 km<sup>2</sup>) e espelho d'água (0,01 para 0,02 km<sup>2</sup>) (Figura 9). Logo, no último ano (2022), a cobertura do solo era composta por 65,88% de agropecuária, 31,76% de floresta nativa e 2,35% de espelho d'água.

O crescimento da área de agropecuária na microbacia e zona ripária do rio Curiango está associado com o padrão de ocupação do solo nas microbacias da região (MORETO *et al.*, 2021; VENDRUSCOLO *et al.*, 2021a; FERREIRA *et al.*, 2022b; MONTAGNOLLI *et al.*, 2022; OLIVEIRA *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2022; TRAVASSOS *et al.*, 2022; VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a; VENDRUSCOLO *et al.*, 2022b; SANTANA *et al.*, 2024). No ano de 2021, o município de Colorado do Oeste foi responsável pela produção de 240 t de tabaco (IBGE, 2021a), 10 t de cacau, 21 t de urucum, 64 t de café, 91 t de laranja, 372 t de banana, 10.292 t de milho e 10.980 t de soja (IBGE, 2021b). Neste cenário destacam-se os cultivos de soja e milho, provavelmente devido a aptidão à mecanização agrícola da região (Figura 5). No mesmo ano, este município apresentava 267.070 cabeças de gado bovino (IBGE, 2021a).

O aumento da área de espelho d’água no ano de 2022 provavelmente está associado à construção de tanques de piscicultura, e reservatórios, para dessedentação de animais e irrigação.

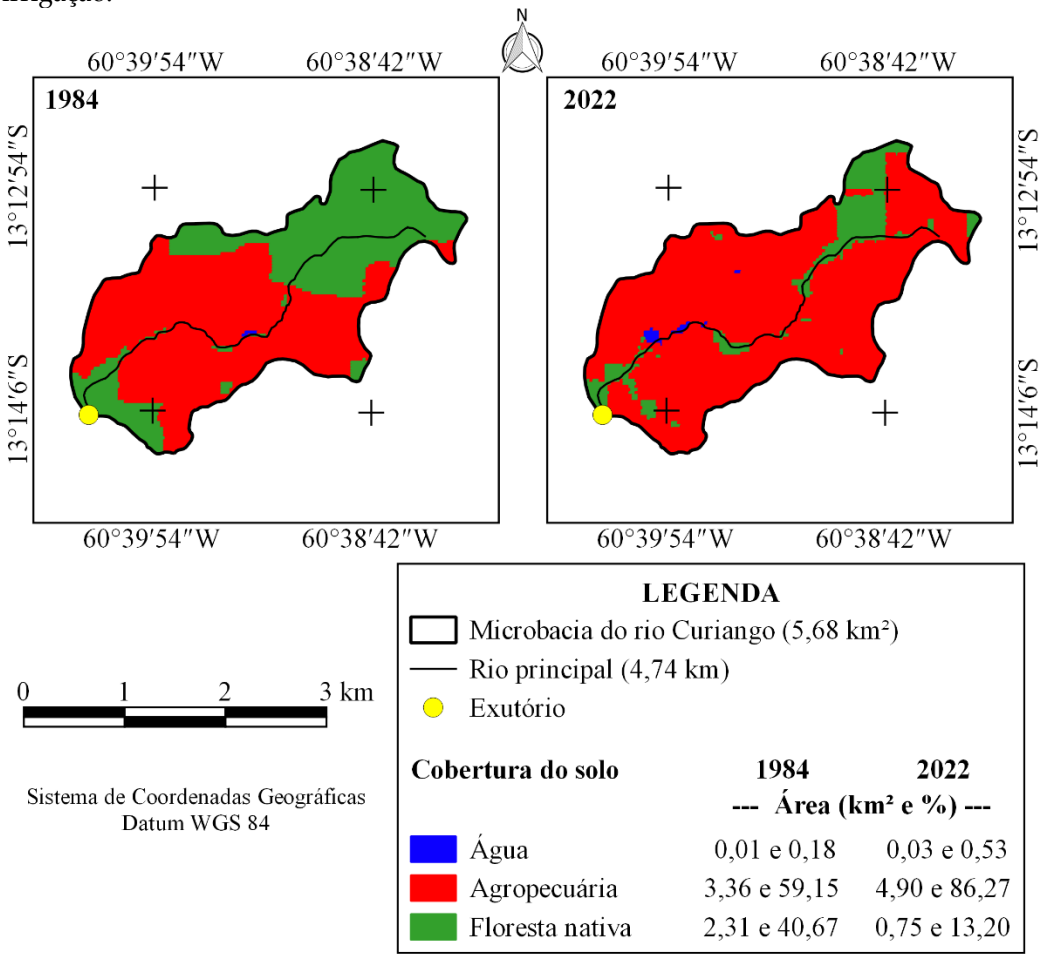


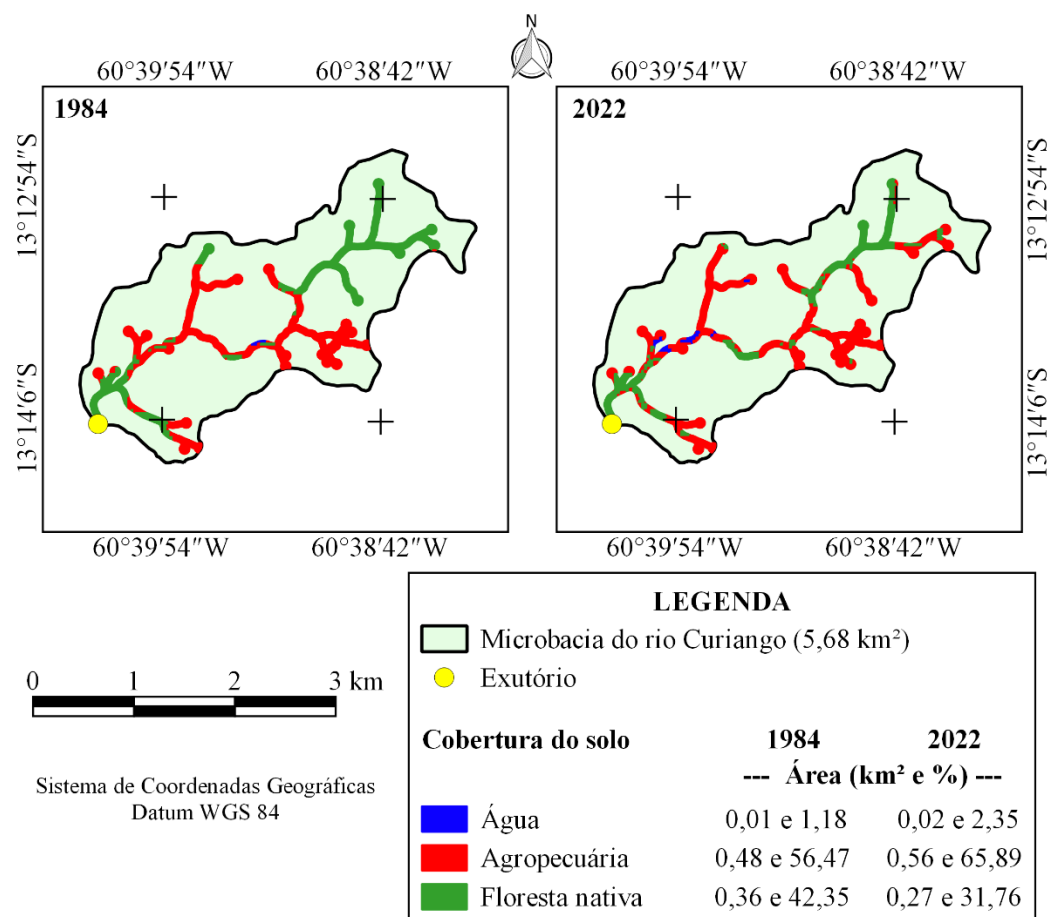
Figura 8. Dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil.

Para que uma microbacia propicie água em quantidade e qualidade é necessário haver cobertura vegetal adequada em cada posição do relevo, visto que no topo dos morros atuam no abastecimento do lençol freático, nas encostas atuam na redução do escoamento superficial e contenção de processos erosivos, nas zonas ripárias atuam como filtro de sedimentos e contaminantes provenientes das cotas mais elevadas, e nos intervalos auxiliam em todas funções citadas (TAMBOSI *et al.*, 2015). Neste contexto, e com base na análise da cobertura do solo da microbacia e da zona ripária, pode-se inferir que a o avanço excessivo da agropecuária na maior parte a microbacia tende a reduzir a disponibilidade da água, e



o avanço da agropecuária na zona ripária tende a reduzir a qualidade da água, logo, a região está se tornando suscetível a escassez hídrica.

O desafio no atual cenário da microbacia do rio Curiango (2022) é conciliar o crescimento econômico e a conservação dos recursos naturais. Essa questão pode ser resolvida por meio de medidas integradas, que favoreçam a recuperação da vegetação nativa em parte da microbacia e em toda a zona ripária ocupada com agropecuária, e o aumento da produtividade agropecuária.



**Figura 9.** Dinâmica da cobertura do solo na zona ripária da microbacia do rio Curiango, Amazônia Ocidental, Brasil.

#### 4. Conclusão

A microbacia do rio Curiango tem área de 5,68 km², perímetro de 12,65 km, fator de forma de 0,49, índice de circularidade 0,50 e coeficiente de compacidade de 1,50, altitudes de 235 m a 264 m, predominância de relevos suave ondulado (53,17% da área total) e ondulado (28,17% da área total), 95,95% da área classificada como de baixa influência na propagação de incêndios, 95,97% da área apta à extremamente apta a mecanização agrícola, rede de drenagem de 12,61 km, padrão de drenagem dendrítico, hierarquia fluvial de 3ª ordem (rios de pequeno porte), 27 nascentes, 4,75 nascentes km<sup>-2</sup> (média), densidade de drenagem 2,22 km km<sup>-2</sup> (alta), coeficiente de manutenção 450,4 m<sup>2</sup> m<sup>-1</sup> (baixa), índice de sinuosidade 20,25% (canal principal reto) e tempo de concentração de 1,53 h (baixo).

No período de 1984 a 2022, ocorreu a redução da área de floresta nativa e o aumento da área de agropecuária, de modo que no último ano, a agropecuária ocupou 86,17% da área da microbacia e 65,88% da área da zona ripária. Esse cenário indica problemas associados à redução da disponibilidade e qualidade da água e, consequentemente, suscetibilidade à escassez hídrica.

Para mitigar os problemas associadas à suscetibilidade a escassez hídrica na micro-bacia do rio Curiango, recomenda-se: 1) Manutenção da vegetação nativa remanescente; 2) Recuperação da vegetação nativa na zona ripária e reservas legais que estão ocupadas com sistemas agropecuários; 3) Execução de projetos sobre educação ambiental, explicando a importância das florestas nativas para manutenção dos recursos hídricos; 4) Inserção do componente florestal nos sistemas de produção: sistemas agroflorestais (SAFs), agrossilvipastoris, silvipastoris e reflorestamentos; 5) Adoção de práticas conservacionistas nos sistemas produtivos; e 6) Incentivo governamental para o desenvolvimento de projetos que visam a conservação dos recursos naturais.

**Contribuições dos autores:** Juliane Batista Mendes de Alencar: Aquisição dos dados, interpretação e discussão dos resultados, revisão e formatação. João Marcelo Silva do Nascimento: interpretação e discussão dos resultados. Emanuel Maia: interpretação, discussão dos resultados e revisão. João Ânderson Fulan: interpretação, discussão dos resultados e revisão. Jhony Vendruscolo: Aquisição dos dados, interpretação e discussão dos resultados, revisão e formatação.

**Agradecimentos:** Aos grupos de pesquisa de Geoprocessamento e Meio Ambiente (GEOMA), e Recuperação de Ecossistemas e Produção Florestal (REProFlor), pertencentes a Universidade Federal de Rondônia, Campus de Rolim de Moura.

## Referência bibliográfica

- Alvares, C. A., Stape J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. doi: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Anjos, S. P. dos., Haus, C. S., Boone, N. R. V., Johem, J., Lima, A. C. R. L., Oliveira, J. P. de, Vendruscolo, J., Cavaleiro, W. C. S., Rosell, E. C. F., & Rodrigues, A. A. M. (2021). Hidrogeomorfometria da microbacia do rio Azul, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(19), 1-20.
- ASF - Alaska Satellite Facility (2021). Imagem altimétrica. Fairbanks, AK: ASF, 2021. Disponível em: <https://www.asf.alaska.edu/>. Acesso em: 14 de dezembro de 2021.
- Bandeira, L. B., Vendruscolo, J., Santos Júnior, N. R. F., Cavaleiro, W. C. S., Souza, R. F. S., & Fulan, J. Â. (2022). Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Jabuti, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(2), e321184. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1184>
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Alexis Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 5, 180214. doi: <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- Beltrame, A. V. (1994). Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação. Editora UFSC, Florianópolis, 111p.
- Bertoni, J., & Lombardi Neto, F. (2014). Conservação do solo. 9. ed. Editora Ícone, São Paulo, 355p.
- Boone, N. R. V., Johem, J., Anjos, S. P., Haus, C. S., Lima, A. C. R., Oliveira, J. P., Vendruscolo, J., Cavaleiro, W. C. S., Rosa, D. M., & Stachiw, R. (2022). Geomorfometria da microbacia do rio Sete Voltas, Amazônia, Brasil. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 9(1), 48-66.
- 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*. ANU E-Press, Canberra, p. 473-512.
- Brasil. (2012). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 21 de novembro de 2022.

Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2019). Importância de estudos em bacias hidrográficas para o manejo sustentável dos recursos hídricos em Rondônia. *Revista Geográfica Venezolana, especial*, 256-264.

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, Rio de Janeiro, 417 p.

Christofolletti, A. (1980). *Geomorfologia*. Edgard Blucher, São Paulo, 188p.

Christofolletti, A. (1969). Análise morfométrica das bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfológica*, 9(18), 35-64.

Corrêa, C. N., Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Silva Júnior, R. L., Nagao, E. O., & Vendruscolo, J. (2021). Características hidrogeomorfológicas da microbacia do rio Maritaca, Rondônia, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(11), e313101119549. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19549>

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. (2018). *Geologia e recursos minerais do estado de Rondônia*. Porto Velho-RO: CRPM. Disponível em: [https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/10277/sig\\_rondonia.zip?sequence=10&isAllowed=y](https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/10277/sig_rondonia.zip?sequence=10&isAllowed=y). Acesso em: 12 de fevereiro de 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (2008). *Sistema de produção para a cultura do milho em Rondônia*. Embrapa Rondônia, Porto Velho, 46 p.

Fairfull, S., & Witheridge, G. (2003). *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. NSW Fisheries, Sydney, 14p.

Feltran Filho, A., & Lima, E. F. (2007). Considerações morfométricas da bacia rio Uberabinha - Minas Gerais. *Sociedade & Natureza*, 19(1), 65-80.

Ferreira, G. S. L., Santos Junior, N. R. F., Carneiro, K. A. A., Cavalheiro, W. C. S., Fulan, J. Â., Nagao, E. O., Hara, F. A. S., Paulo, R. C., & Vendruscolo, J. (2022a). Caracterização geométrica, topográfica e hidrográfica da microbacia Rio do Gato, Rondônia, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(5), e351457. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i5.1457>

Ferreira, G. S. L., Silva, T. M. P., Ohana, C. C., Matos, B. C., Cavalheiro, W. C. S., Araujo, E. C. G., Fulan, J. Â., Santos Junior, N. R. F., & Vendruscolo, J. (2022b). Análise temporal e espacial da cobertura do solo na microbacia Rio do Gato, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(11), e3112238. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i11.2238>

Fietz, C. R., Comunello, É., Cremon, C., Dalacort, T. R., & Pereira, S. B. (2011). *Chuvas intensas no Estado de Mato Grosso*. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 117p.

Fogues, E. D., Silva, M. S. N., Brito, B. F. M., Nagao, E. O., Fulan, J. Â., Araujo, E. C. G., Stachiw, R., Figueira, W. S., & Vendruscolo, J. (2023). Dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Maritaca, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 4(1), e412589. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i1.2589>

Franca, R. R. (2015). Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. *Revista Geografias*, 11(1), 44-58.

Fritzsons, E., Mantovani, L. E., & Aguiar, A. V. (2008). Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. *Revista de Estudos Ambientais*, 10(1), 49-64. doi: 10.7867/1983-1501.2008v10n1p49-64

Fritzsons, E., Mantovani, L. E., & Wrege, M. S. (2016). Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 12(8), 80-92, 2016. doi: 10.5380/abclima.v18i0.39471

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.

Horton, R. E. (1932). Drainage basin characteristics. *Transactions, American Geophysical Union*, 13(1), 350-361. doi: <https://doi.org/10.1029/TR013i001p00350>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). Censo agropecuário: Colorado D'Oeste. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/colorado-do-oeste/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 22 de abril de 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021a). Censo da pecuária de Colorado D'Oeste. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/colorado-do-oeste/pesquisa/18/0>. Acesso em: 22 de abril de 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021b). Censo produção agrícola - Lavoura permanente. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/colorado-do-oeste/pesquisa/15/11863>. Acesso em: 22 de abril de 2023.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. (2018). Acervo fundiário. Disponível em <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2022.

Lima Júnior, J. C., Vieira, W. L., Macêdo, K. G., Souza, S. A., & Nascimento, F. A. L. (2012). Determinação das características morfo-métricas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada, Quixelô, CE. In: VII Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação - CON-NEPI, Palmas, Brasil.

Lollo, J. A. (1995). O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadricula de Campinas. Universidade de São Paulo, São Carlos, 267p.

Montagnolli, G. P., Santos, K. C., Santos Júnior, N. R. F., Fulan, J. A., Rocha, K. J. da., Tronco, K. M. de Q., Hara, F. A. dos S., Ferreira, K. R., Souza, E. F. M. de, Ferreira, E., Carneiro, K. de A. A., Silva, G. N. da, & Vendruscolo, J. (2022). Análise hidrogeomorfológica e dinâmica de cobertura do solo da microbacia rio da Paca, Amazônia Ocidental, Brasil. RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar, 3(10), e3102032. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i10.2032>

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. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46159>

Moreto, R. F., Mira, S. F., Soares, G. S., Santos Júnior, N. R. F., Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., Stachiw, R., & Rosa, D. M. (2021). Potencial das geotecnologias para monitoramento do impacto da colonização na floresta nativa na microbacia do rio Enganado, Amazônia Ocidental, Brasil. RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar, 12(7), e27588. doi: <http://dx.doi.org/10.47820/recima21.v2i7.588>

Oliveira, A. S., Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Fulan, J. Â., Hara, F. A. S., Carneiro, K. A. A., Ferreira, K. R., Silva, E. S., Ferreira, E., & Vendruscolo, J. (2022). Características hidrogeomorfológicas e análise da cobertura do solo da microbacia do rio Bodó, Amazônia Ocidental, Brasil. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, 3(6), e361493. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i6.1493>

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. doi: 10.34117/bjdv6n1-301

Parvis, M. (1950). Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. Photogrammetric Engineering, 16, 387-408.

Paulo, C. R. P., Brito, J. P. A., Pereira, S. S., Kumi, V. M., Cavalheiro, W. C., Fulan, J. Â., Figueira, W. S., Stachiw, R., Nascimento, J. M. S., & Vendruscolo, J. (2023). Dinâmica da cobertura do solo na microbacia e zona ripária do rio Joaquina (1984 a 2022) Amazônia Ocidental, Brasil. RECIMA 21- Revista Científica Multidisciplinar, 4(1), e412599. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i1.2599>

Pereira, M. F. V., & Kahil, S. P. (2010). A lógica corporativa do uso do território em Rondônia: o agronegócio da soja na região de Vilhena. Revista Campo-Território, 5(10), p. 288-311.

Pinto, N. L. S., Holtz, A. C. T., Martins, J. A., & Gomide, F. L. S. (2008). Hidrologia básica. Editora Blucher, São Paulo.

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. doi: <https://doi.org/10.5380/rf.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. doi: <https://doi.org/10.5902/2179460X26411>
- Salgado, M. P. G., Batista, G. T., Dias, N. W., & Targa, M. S. (2009). Caracterização de uma microbacia por meio de geotecnologias. In: XIV Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, São José dos Campos, Brasil, p. 4837-4843.
- Santana, E. S. M., Souza, E. F. M., Ferreira, E., Hara, F. A. S., Fulan, J. Â., Rodrigues, J. B. B., Cavaleiro, W. C. S., Santos Junior, N. R. F., Nascimento, J. M. S., Vendruscolo, J. (2024). Análise das características da paisagem como ferramenta para auxiliar no planejamento e gestão ambiental da microbacia do rio Coruja, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), e514814. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i1.4814>
- 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. doi: <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Santos, K. C., Montagnolli, G. P., Junior, N. R. F. dos S., Fulan, J. A., Cavaleiro, W. C. S., Silva, G. N. da, Rocha, K. J. da., & Vendruscolo, J. (2022). Características hidrogeomorfológicas e dinâmica temporal e espacial da ocupação do solo na microbacia do Rio Jacarandá, município de Cabixi, Rondônia. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(9), e391892. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i9.1892>
- Santos Junior, N. R. F., Cavaleiro, W. C. S., Scoti, M. S. V., Tronco, K. M. Q., Souza, E. F. M., Rocha, K. J., Hara, F. A. S., Nagao, E. O., Rocha, J. D. S., Fulan, J. Â., Nascimento, J. M. S., & Vendruscolo, J. (2022b). Aplicação das geotecnologias para análise da paisagem da microbacia do rio Boa Sorte, Rondônia, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(4), e341343. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1343>
- Santos Junior, N. R. F., Fulan, J. Â., Souza, R. F. S., Cavaleiro, W. C. S., Serrano, A. M., Borges, M. V. V., Senna, D. S., Vendruscolo, J., & Souza, E. F. M. (2022a). Caracterização hidrogeomorfológica temporal da paisagem da microbacia do rio Jaçanã, Rondônia, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(3), e331242. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i3.1242>
- 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, Viçosa, 102p.
- SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. (2002). Atlas Geoambiental de Rondônia. SEDAM, Porto Velho, 141p.
- Silva, Q. D. (2012). Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 249p
- Silva, U. M., Oliveira, S., Alencar, J. B. M., Fulan, J. Â., Rocha, K. J., Araujo, E. C. G., Souza, E. F. M., Cavaleiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2023). *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 4(1), e412605. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i1.2605>
- Smith, H. T. U. (1943). *Aerial Photographs and their Applications*. D. Appleton-Century Co., New York.
- Sousa, G. B., Martins Filho, M. V., & Matias, S. S. R. (2012). Perdas de solo, matéria orgânica e nutrientes por erosão hídrica em uma vertente coberta com diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar em Guariba - SP. *Engenharia Agrícola*, 32(3), 490-500. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162012000300008>
- Stevaux, J. C., & Latrubesse, E. M. (2017). *Geomorfologia fluvial*. Oficina de Textos, São Paulo.
- Tambosi, L. R., 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. doi: <https://doi.org/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. doi: <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Travassos, F. V., Santos Junior, N. R. F., Cavaleiro, W. C. S., Fulan, J. Â., Hara, F. A. S., Nagao, E. O., Carneiro, K. A. A., Alves, S. R. M., Baldeon, J. R. M., & Vendruscolo, J. (2022). Hidrogeomorfometria e dinâmica de cobertura de solo da microbacia Pardal, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(5), e351472. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i5.1472>

USGS – United States Geological Survey. USGS: Science for a changing world. United States: USGS, 2023. Disponível em <https://earthexplorer.usgs>.

Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 130-137. doi: <https://doi.org/10.1139/f80-017>

Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., Santos Junior, N. R. F., Silva, E. C., Ferreira, E., Souza, R. F. S., Fulan, J. Â., Fernandes I. M., Carneiro, K. A., & Hara, F. A. S. (2022a). Microbacia do rio Cachara: características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo como subsídios para o planejamento e a gestão dos recursos naturais. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(4), e341306. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1306>

Vendruscolo, J., Fulan, J. Â., Carneiro, K. A. A., Ferreira, E., Rosell, E. C. F., Souza, E. F. M., Silva, G. N., Rocha, K. J., Tronco, K. M. Q., & Santos Junior, N. R. F. (2022b). Microbacia do rio Corumbiarinha: características da paisagem para auxiliar o planejamento e a gestão dos recursos naturais. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(11), e3112153. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i11.2153>

Vendruscolo, J., Meira Filho, W. R., Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Souza, E. F. M., Nagao, E. O., & Fulan, J. Â. (2021a). Análise da paisagem na microbacia Rio das Almas, Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 2(11), e211982. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i11.982>

Vendruscolo, J., Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Souza, R. F. S., Souza, E. F. M., Rocha, K. J., Stachiw, R., & Fulan, J. Â. (2021b). Características da paisagem na microbacia do Rio das Garças, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 2(11), e211984. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i11.984>

Vendruscolo, J., Santos Junior, N. R. F., Macedo, T. M., Donegá, M. V. B., Fulan, J. Â., Souza, R. F. S., & Cavalheiro, W. C. S. (2022d). Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Ariranha, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(1), e311034. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1034>

Vendruscolo, J., Santos Junior, N. R. F., Nagao, E. O., Fulan, J. Â., Macedo, R. S., Carneiro, K. A. A., & Cavalheiro, W. C. S. (2022c). Características da paisagem da microbacia do rio Tamanduá, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA 21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(4), e341387. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1387>

Vendruscolo, J., Pacheco, F. M. P., Ramos, H. F., Cavalheiro, W. C. S., & Rodrigues, A. A. M. (2020b). 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. doi: 10.34117/bjdv6n3-011

Vendruscolo, J., Pacheco, F. M. P., Rodrigues, A. A. M., Ramos, H. F., Rosa, D. M., & Cavalheiro, W. C. S. (2020a). Características morfológicas da microbacia do Médio Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 565-585. doi: 10.34117/bjdv6n1-040

Villela, S. M., & Mattos, A. (1975). *Hidrologia aplicada*. McGraw-Hill, São Paulo, 245p.