

Artigo

Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo na microbacia e zona ripária do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil

Sérgio Simões Pereira¹, João Marcelo Silva do Nascimento², João Ânderson Fulan³, Elvino Ferreira⁴, Jhony Vendruscolo^{5,*}

- ¹ Fundação Universidade Federal de Rondônia, Discente do curso de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, ORCID 0000-0002-1674-5424, simoesesergio@gmail.com
 - ² Fundação Universidade Federal de Rondônia, Docente do Departamento de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, ORCID 0000-0001-6720-863X, jmarcelo@unir.br
 - ³ Universidade Federal de São Carlos, Docente do Departamento de Hidrobiologia, Campus de São Carlos, São Paulo, Brasil, ORCID 0000-0003-0077-3129, joaofulan@ufscar.br
 - ⁴ Fundação Universidade Federal de Rondônia, Docente do Departamento de Medicina Veterinária, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, ORCID 0000-0001-9174-8468, elvino@unir.br
 - ⁵ Fundação Universidade Federal de Rondônia, Docente do Departamento de Engenharia Florestal, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, ORCID 0000-0003-3043-0581, jhony@unir.br
- * Correspondência: jhony@unir.br

Citação: Nascimento, R.B.; Simões, Citação: Pereira, S.S.; Nascimento, J.M.S.; Fulan, J.Â.; Ferreira, E.; Vendruscolo, J. Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo na microbacia e zona ripária do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil. RBCA 2024, v. 13, n. 1. p.154-177.

Editor de Seção: Francisco Adilson dos Santos Hara e Nilson Junior Nilson
Reinaldo Fernandes dos Santos Junior
Recebido: 17/06/2023
Aceito: 08/02/2024
Publicado: 29/02/2024

Nota do editor: A RBCA permanece neutra em relação às reivindicações jurisdicionais em sites publicados e afiliações 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/>).

Resumo: A disponibilidade da água e a qualidade dos solos pode ser comprometida pela ocupação humana. Assim, objetivou-se analisar as características hidrogeomorfológicas e a dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Arara, para conhecer os impactos da ocupação e propor práticas de manejo conservacionista. Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. A microbacia tem área de 56,16 km², perímetro de 41,37 km, forma alongada, altitudes de 245 a 570 m, predominâncias de relevos suave ondulados, regiões com baixa influência na propagação de incêndios e extremamente aptas à mecanização agrícola, padrão de drenagem dendrítico, 17,24 nascentes km⁻², densidade de drenagem de 4,78 km km⁻², coeficiente de manutenção de 209,3 m² m⁻¹, índice de sinuosidade de 41,05% e tempo de concentração de 3,46 h. Em 1984, a floresta nativa ocupava 68% da microbacia e 75,44% da zona ripária, em 2022 passou a ocupar 13,05% e 14,62%, respectivamente. As reduções das áreas de floresta nativa estão associadas ao avanço da agropecuária. A microbacia tem potencial para atividades agropecuárias, contudo, o desmatamento excessivo e em regiões impróprias compromete o desenvolvimento sustentável da região. Recomenda-se, principalmente, a recuperação da vegetação nativa na zona ripária e reservas legais que estão ocupadas com agropecuária.

Palavras-chave: Geotecnologias aplicadas; Planejamento e gestão ambiental; Desenvolvimento sustentável.

Abstract: Water availability and soil quality can be compromised by human occupation. Thus, the objective was to analyze the hydrogeomorphometric characteristics and soil cover dynamics in the Arara river microbasin, with the aim of knowing the impacts of occupation and proposing management practices to conserve water and soil in the region. To carry out the work, geoprocessing and remote sensing techniques were used. The microbasin has an area of 56.16 km², perimeter of 41.37

km, elongated shape, altitudes from 245 to 570 m, predominance of smooth wavy relief, predominance of regions with low influence on the spread of fires and extremely apt for agricultural mechanization, dendritic drainage pattern, 17.24 headwaters km⁻² drainage density of 4.78 km km⁻², maintenance coefficient of 209.3 m² m⁻¹, sinuosity index of 41.05% and concentration time of 3.46 h. In 1984, native forest occupied 68% of the microbasin area and 75.44% of the riparian zone area, and in 2022 it occupied only 13.05 and 14.62%, respectively. Reductions in native forest areas in the microbasin and riparian zone are associated with the advance of agriculture/livestock. The microbasin has potential for the development of agricultural activities, however, excessive deforestation and in inappropriate regions is compromising the conservation of natural resources and, consequently, the sustainable development of the region. We recommend, mainly, the recovery of native vegetation in the riparian zone and legal reserves that are occupied with agriculture and livestock.

Keywords: Applied geotechnologies; Environmental planning and management; Sustainable development.

1. Introdução

A microbacia do rio Arara abrange 73 estabelecimentos agropecuários privados (INCRA, 2018), criados pelo Projeto Integrado de Colonização (PIC) Paulo Assis Ribeiro em 4 de outubro de 1973 (INCRA, 2017), e abastece a área urbana do município de Cerejeiras/RO. Esta microbacia localiza-se no Território do Cone Sul, considerado o celeiro de grãos do estado de Rondônia (PEREIRA; KAHIL, 2010). No ano de 2021, por exemplo, foram plantados 36.430 ha de soja e 28.050 ha de milho no município de Cerejeiras/RO (IBGE, 2023a). Além disso, o município apresentou 82.558 cabeças de gado bovino no ano de 2021 (IBGE, 2023b). Apesar da grande importância socioeconômica e ambiental da microbacia para a região, não existem estudos sobre as características da paisagem, para se identificar os potenciais dos recursos naturais e as regiões mais suscetíveis a degradação ambiental.

As características da paisagem estão relacionadas principalmente com as características geométricas, topográficas, hidrográficas, litológicas, pedológicas e da cobertura do solo (BANDEIRA *et al.*, 2022; SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022a; VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a). Essas informações podem ser obtidas por geotecnologias e permitem analisar o nível de suscetibilidade a inundações, potencial agropecuário, disponibilidade de recursos hídricos, aptidão à mecanização agrícola e suscetibilidade a propagação de incêndios, e selecionar práticas de manejo mais adequadas para a conservação do solo e da água (SILVA *et al.*, 2021a; PAULO *et al.*, 2023). As geotecnologias também permitem a aquisição de dados de qualidade, com baixo custo financeiro, pouca mão-de-obra e tempo relativamente curto (SOARES *et al.*, 2019; SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022b).

Mediante o exposto, o objeto deste trabalho é fornecer informações sobre as características da paisagem na microbacia e zona ripária do rio Arara, para auxiliar no planejamento e gestão dos recursos naturais, em prol do desenvolvimento sustentável.

2. Material e Métodos

2.1 Localização e características gerais da área de estudo

A microbacia do rio Arara está inserida na sub-bacia do rio Corumbiara e bacia do rio Guaporé, localizada nos municípios de Cerejeiras (98,54%), Colorado do Oeste (0,94%) e Corumbiara (0,52%) (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 de 1.728,9 a 1.843,7 mm ano⁻¹, concentrada nos meses de novembro a março (FRANCA, 2015), litologia formada por rochas ígneas (40,86 km²), sedimentos inconsolidados (10,14 km²), rochas metamórficas (2,04 km²), rochas sedimentares (1,70 km²) e rochas ígneas/metamórficas (1,43 km²) (CPRM, 2021). Os solos são classificados

como Latossolos Vermelhos-Amarelos eutróficos (29,79 km²), Latossolos Vermelhos distróficos (25,09 km²) e Neossolos Quartzarênicos (1,28 km²) (SEDAM, 2002).

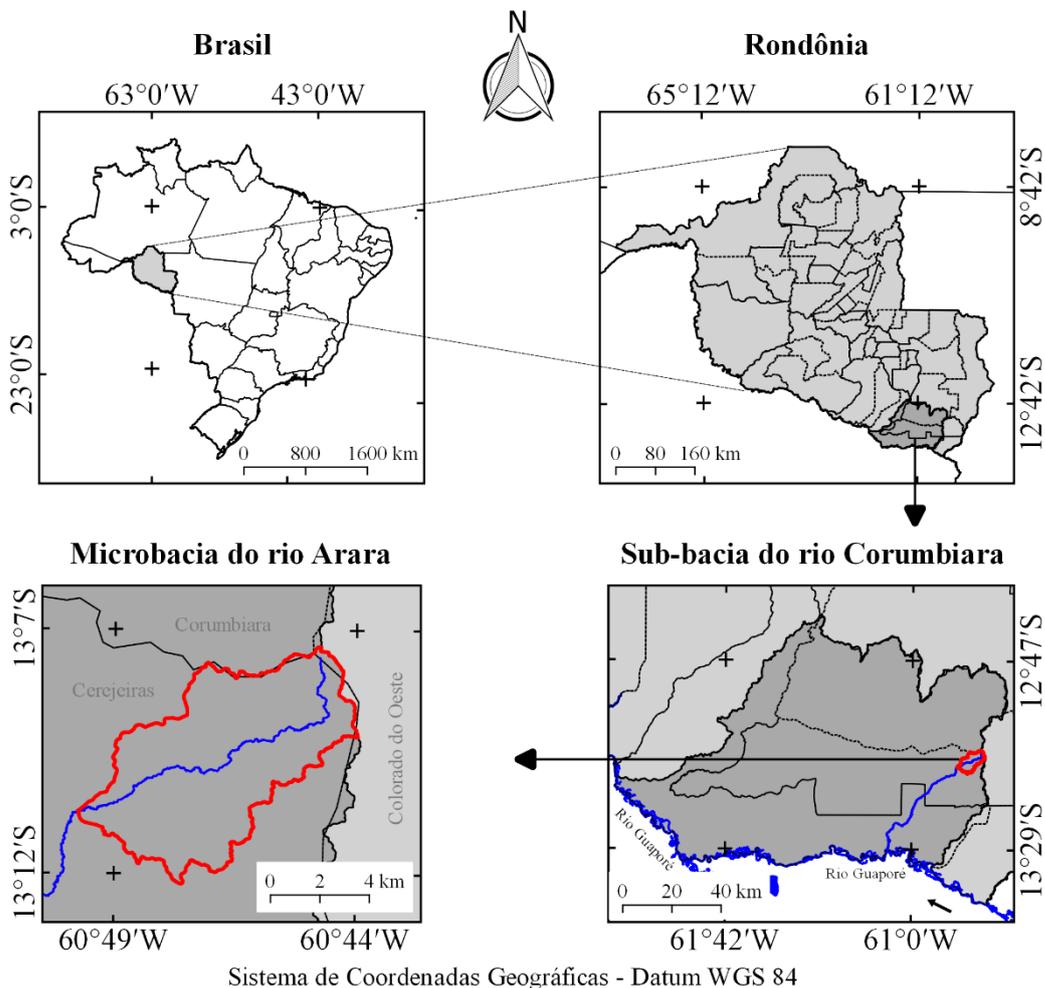


Figura 1. Localização da microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

2.2 Metodologia

As características analisadas foram: 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). Para a aquisição destas informações e elaboração dos mapas, foram utilizados os softwares QGIS 2.10.1 (versão Pisa), Google Earth e TrackMaker Free, equações e imagens altimétricas registradas pelo satélite ALOS (sensor Palsar) (ASF, 2021). O processamento foi executado em quatro 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 (km²); 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 (km²); P = perímetro da microbacia (km).

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

Em que: Kc = coeficiente de compacidade; A = área da microbacia (km²); 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 ¹	< 0,50	Não sujeito a enchentes
	0,50 – 0,75	Tendência média a enchentes
	0,76 – 1,00	Sujeito a enchentes
Índice de circularidade ²	< 0,51	Forma alongada
	0,51 – 0,75	Forma intermediária
	0,76 – 1,00	Forma circular
Coeficiente de compacidade ¹	1,00 – 1,25	Alta propensão a enchentes
	1,26 – 1,50	Tendência média a enchentes
	> 1,50	Não sujeito a enchentes

Fonte: ¹Lima Júnior *et al.* (2012); ²Silva (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 ¹	Plano	0-3
	Suave ondulado	3-8
	Ondulado	8-20
	Forte ondulado	20-45
	Montanhoso	45-75
	Escarpado	> 75
Influência na propagação de incêndios ²	Baixa	≤ 15
	Moderada	16-25
	Alta	26-35
	Muito alta	36-45
Aptidão à mecanização agrícola ³	Extremamente alta	> 45
	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: ¹Santos *et al.* (2013); ²Ribeiro *et al.* (2008); ³Höfig; 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⁻²); N = número de nascentes; A = área da microbacia (km²).

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

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

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

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

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

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 ¹	-	Rio pequeno	1-3
		Rio médio	4-6
		Rio Grande	7-10
Ordem dos rios ²	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	3

		período de estiagem	
		Improvável probabilidade de secar durante a estação de estiagem	≥ 4
Densidade de nascentes ³	Nascentes km ²	Baixa	< 3
		Média	3-7
		Alta	7-15
		Muito alta	> 15
Densidade de drenagem ⁴	km km ²	Baixa	< 0,50
		Média	0,50-2,00
		Alta	2,00-3,50
		Muito alta	> 3,50
Índice de sinuosidade ⁵	%	Muito reto	< 20
		Reto	20-29
		Divagante	30-39
		Sinuoso	40-50
		Muito sinuoso	> 50

Fonte: ¹Vannote *et al.* (1980); ²Adaptado de Fairfull; Witheridge (2003); ³Lollo (1995); ⁴Beltrame (1994); ⁵Romero; 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				Órbita/Ponto
				Espectral (µm)	Espacial (m)	Radiométrica (bits)	Temporal (dias)	
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).

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

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

4º 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 Arara tem área de 56,16 km², perímetro de 41,37 km, fator de forma de 0,14, índice de circularidade de 0,41 e coeficiente de compacidade de 1,55. Estes resultados confirmam a formação de uma microbacia com formato alongado e não sujeita a enchentes do ponto de vista geométrico (Tabela 1). A microbacia com esse tipo de formato é menos suscetível a enchentes por ter menor probabilidade de ocorrência de precipitações em toda a área simultaneamente, quando comparado com uma microbacia de formato circular de área equivalente (VILLELA; MATTOS, 1975).

3.2 Características topográficas

Os valores de altitude variam de 245 e 570 m (Figura 2), com média de 326 m, e amplitude altimétrica de 325 m. Para cada 100 m de ascensão vertical constata-se a redução de 0,47 °C, e quanto maior for a altitude, maior a precipitação, sendo também influenciada em menor proporção pela longitude e latitude (FRITZONS; MANTOVANI; WREGGE, 2016). Portanto, se considerar a amplitude altimétrica de 325 m, pode-se inferir que a temperatura da microbacia pode variar em 1,53 °C entre as regiões de menor e maior altitude.

Na faixa de altitude da microbacia (245 a 570 m), podem ser encontradas as seguintes espécies de interesse econômico entre frutíferas, olerícolas, cereais, tubérculos, leguminosas e florestais: Abacate (*Persea americana*), banana (*Musa cvs diploide*), abacaxi (*Ananas comosus*), araçá amarelo (*Psidium cattleianum*), coco (*Cocos nucifera*), lima (*Citrus aurantifolia*), tangerina (*Citrus reticulata*), maracujá-açu (*Passiflora quadrangularis*), manga (*Mangifera indica*), mamão (*Carica papaya*), limão (*Citrus limon*), jambo vermelho (*Syzygium malaccense*), graviola (*Annona muricata*), cacau (*Theobroma cacao*), dendê (*Elaeis guineensis*), goiaba (*Psidium guajava*), café conilon (*Coffea canephora var. robusta*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), agrião (*Rorippa nasturtium-aquaticum*), cenoura (*Daucus carota*), pimentão (*Capsicum annum cv group Grossum*), rabanete (*Raphanus sativus cv. group small Radish*), brócolis (*Brassica oleracea cv. Group Brocoli*), beterraba (*Beta vulgaris cv. Group Garden Beet*), salsa (*Petroselinum crispum*), milho (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*), cará (*Dioscorea alata*), batata-doce (*Ipomea batatas*), cará moela (*Dioscorea bulbifera*), taro (*Colocasia esculenta*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*), leucena (*Leucaena leucocephala*), puerária (*Pueraria lobata*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), seringueira (*Hevea brasiliensis*) e sumaúma (*Ceiba pentandra*) (BOURKE, 2010).

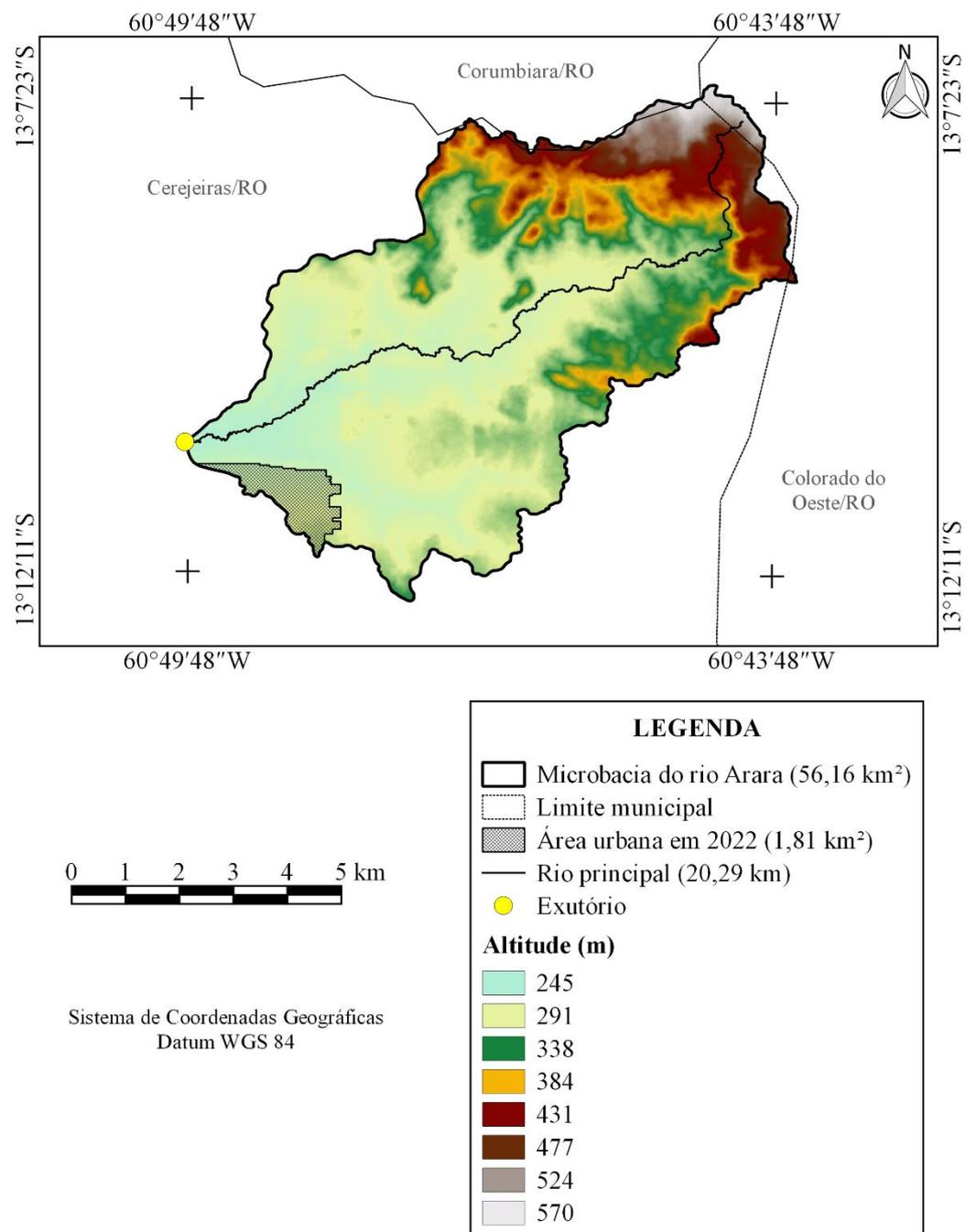


Figura 2. Altitude da microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

Quanto ao relevo, verificou-se seis classes, com destaque para suave ondulado (41,29%), ondulado (29,61%) e plano (15,37%), por serem predominantes na microbacia em estudo (Figura 3).

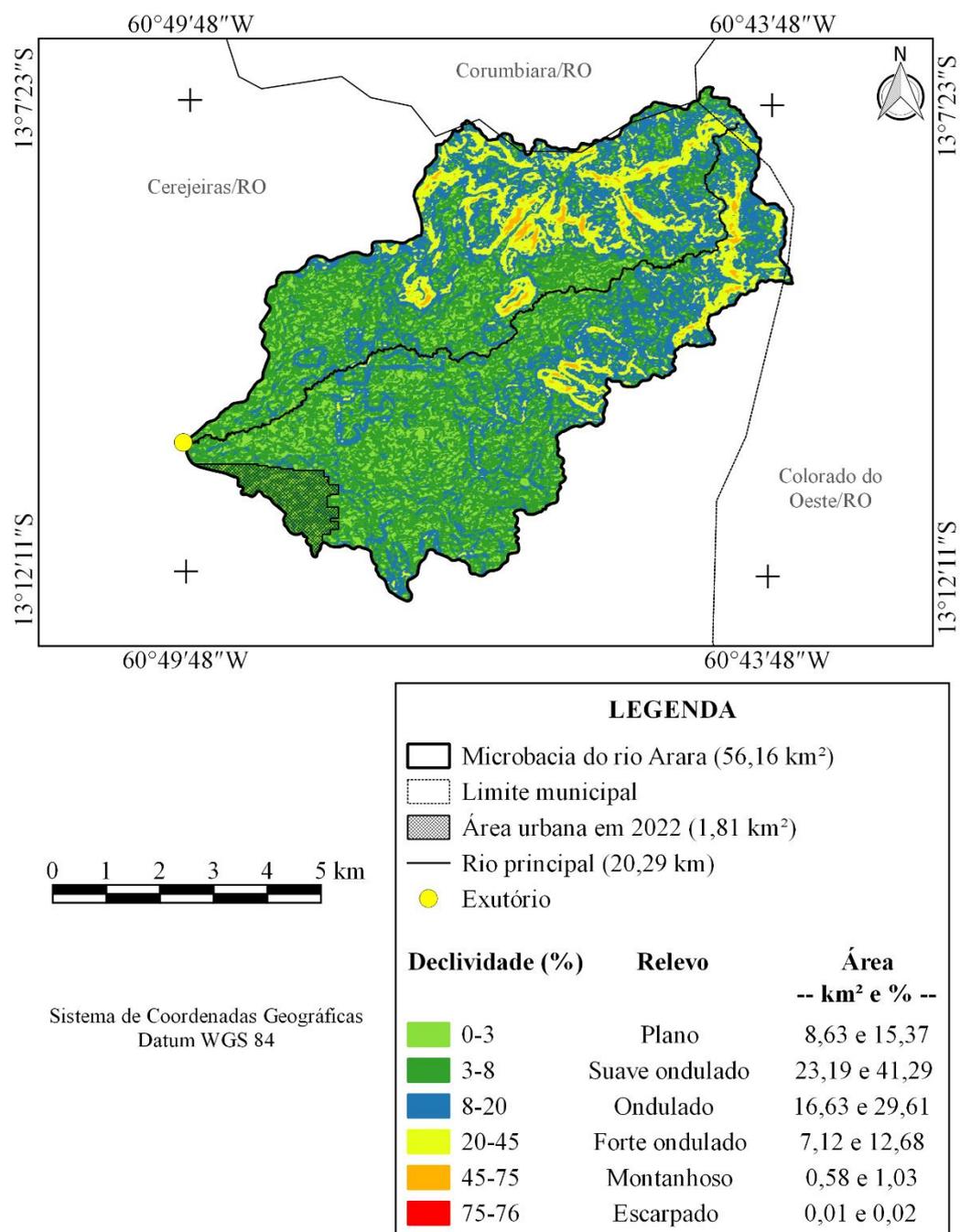


Figura 3. Relevo da microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

Os relevos de maiores inclinações na microbacia do rio Arara contribuem para reduzir a capacidade de infiltração de água no solo em razão de provocarem um aumento da velocidade de escoamento superficial. Essas regiões são mais propensas ao processo erosivo (VASHCHENKO, 2012; MARETANO; BRITO, 2020), e conseqüentemente as perdas de solo e água (COGO; LEVIEN; SCHWARZ, 2003), logo, necessitam de práticas conservacionistas específicas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014). Além disso, a ausência de cobertura pode favorecer a perda de solo nas regiões mais elevadas, e o acúmulo nas regiões mais baixas (LIMA *et al.*, 2022), resultando inclusive no assoreamento dos cursos d'água, principalmente nas manchas de Neossolos Quartzarênicos (Figura 4).

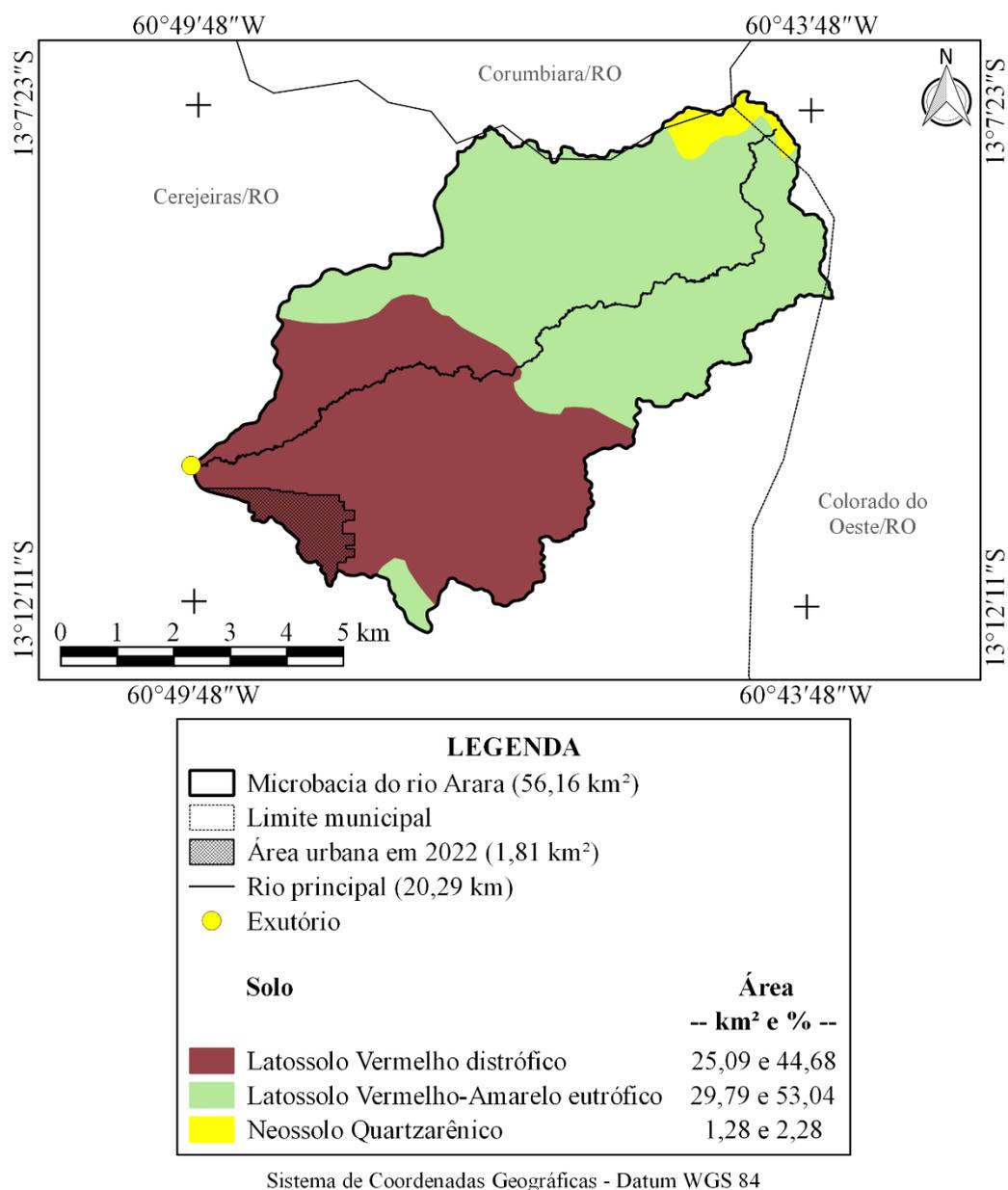


Figura 4. Solos da microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

Para mitigar os problemas associados às perdas de solo e água são recomendadas práticas conservacionistas de acordo com cada classe de relevo (Tabela 5).

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

Relevo	Caráter	Prática conservacionista
Plano e suave ondulado	Vegetativo	Cobertura morta e plantio em contorno Calagem e adubação* Terraceamento
	Edáfico	
	Mecânico	
Ondulado	Vegetativo	Cultivo em faixas e cobertura morta Calagem e adubação* Terraceamento
	Edáfico	
	Mecânico	
Forte ondulado	Vegetativo	Reflorestamento e plantas de cobertura Calagem e adubação*
	Edáfico	

	Mecânico	Terraceamento
Montanhoso	Vegetativo Edáfico	Manutenção da floresta e reflorestamento Calagem e adubação*, e controle do fogo
Escarpado	Vegetativo Edáfico	Manutenção da floresta e reflorestamento Calagem e adubação*, e controle do fogo

*Mediante análise de solo. Adaptado de: Pires e Souza (2013); Bertoni e Lombardi Neto (2014).

Quanto à influência de propagação de incêndios, os dados confirmam a presença de regiões classificadas como baixa até extremamente alta, com predominância de regiões com baixa influência (Figura 5). Mesmo que a microbacia tenha sua maior parte com baixa propensão à incêndios (77,33%), recomenda-se a adoção de medidas de prevenção, principalmente nas áreas classificadas como moderadas a extremamente altas. Para prevenção da propagação de incêndios pode-se adotar o uso de aceiros, educação ambiental e maior cuidado em áreas onde há abundância de materiais que possam servir de combustível (PEREIRA *et al.*, 2017).

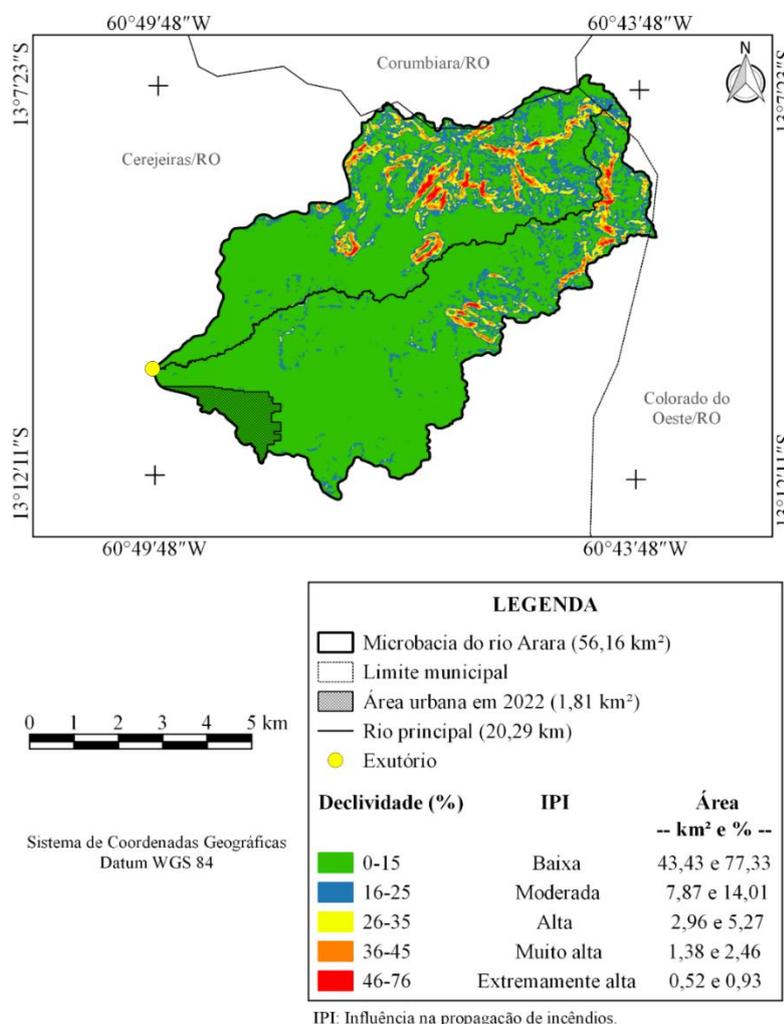


Figura 5. Influência na propagação de incêndios da microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

Quanto à aptidão à mecanização, somente 7,70 km² (13,71%) da microbacia não está apta à mecanização (Figura 6). Essa característica favorece o aumento do valor da terra, principalmente no território do Cone Sul do estado de Rondônia, onde está inserido o município de Cerejeiras. Atualmente é comum o uso de cultivo mecanizado no município

de Cerejeiras, pois excluindo a área do Parque Estadual de Corumbiara, a soja ocupou 31,57% da área restante do município no ano de 2021, correspondendo a 364,3 km² (IBGE, 2023c).

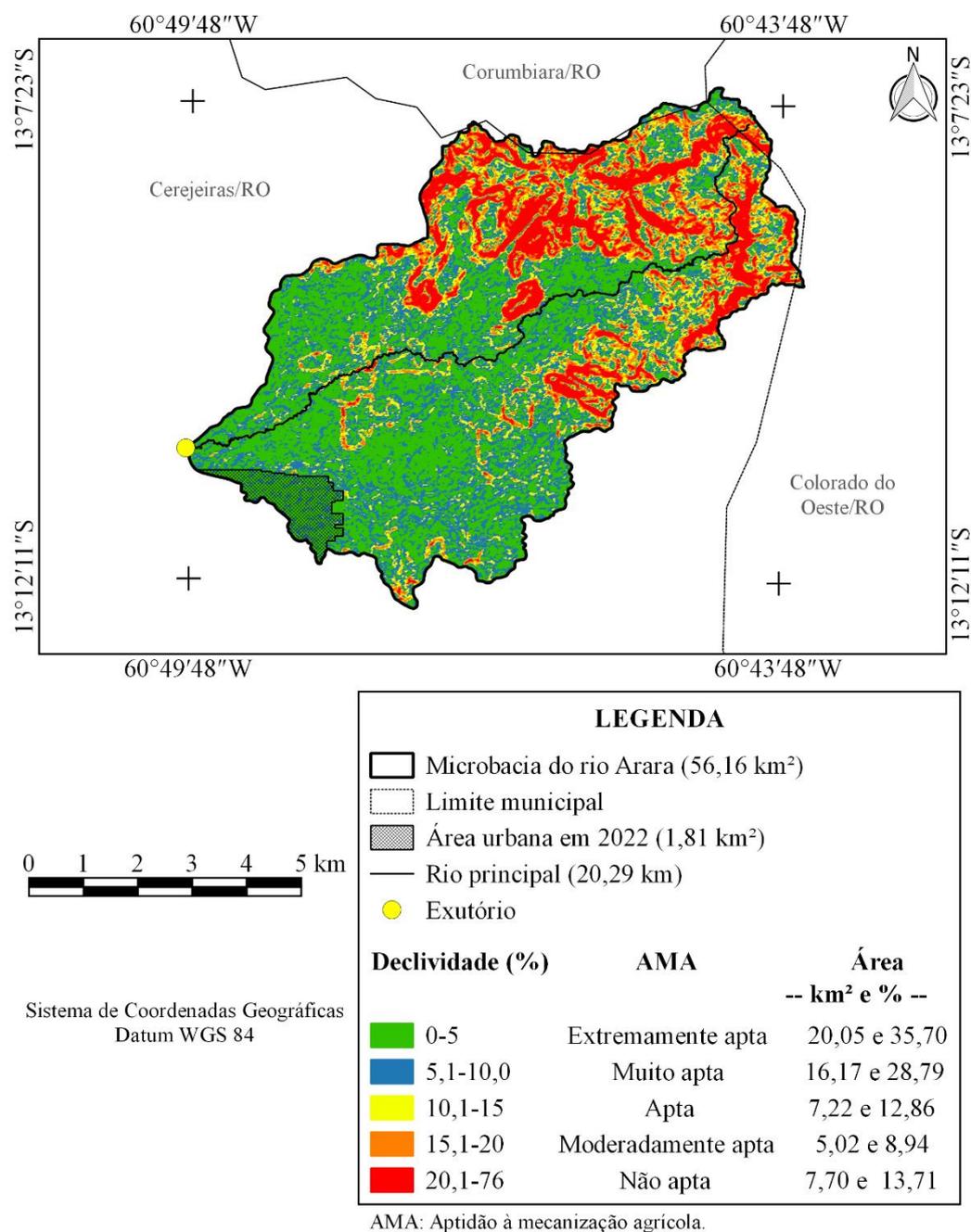


Figura 6. Aptidão à mecanização agrícola da microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

3.3 Características hidrográficas

A microbacia do rio Arara tem rede de drenagem de 268,26 km, padrão de drenagem dendrítico, hierarquia fluvial de 6^a ordem (Figura 7), 968 nascentes (Figura 8), 17,24 nascentes km⁻², densidade de drenagem de 4,78 km km⁻², coeficiente de manutenção de 209,3 m² m⁻¹, rio principal com 20,29 km de comprimento, índice de sinuosidade de 41,05% e tempo de concentração de 3,46 h.

O padrão dendrítico se forma quando ocorre um escoamento superficial similar em todas as direções, devido às características homogêneas da rocha (PARVIS, 1950). O padrão dendrítico é facilmente encontrado em outras microbacias do estado de Rondônia,

como pode ser constatado nas microbacias dos rios Piranha-preta (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2021), Anta Atirada (JOSÉ *et al.*, 2022), Tucunará (SILVA *et al.*, 2022), Jacuri (PANZA *et al.*, 2020), Jabuti (BANDEIRA *et al.*, 2022), Três Galhos (SILVA *et al.*, 2021b), Pirarara (MENDES *et al.*, 2021), Coruja (SANTANA *et al.*, 2024) e Santa Inês (OLIVEIRA *et al.*, 2022).

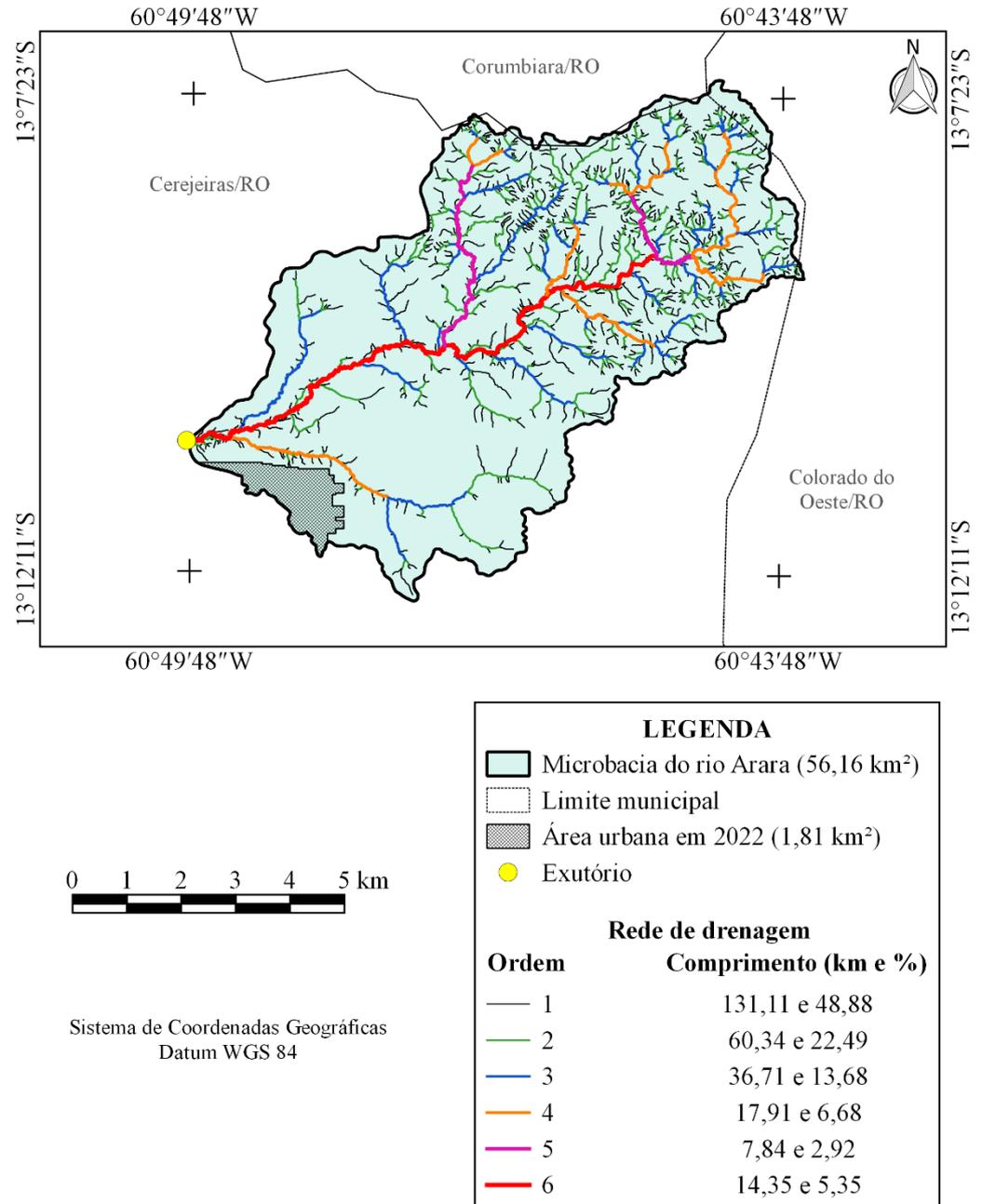


Figura 7. Rede e ordem de drenagem da microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

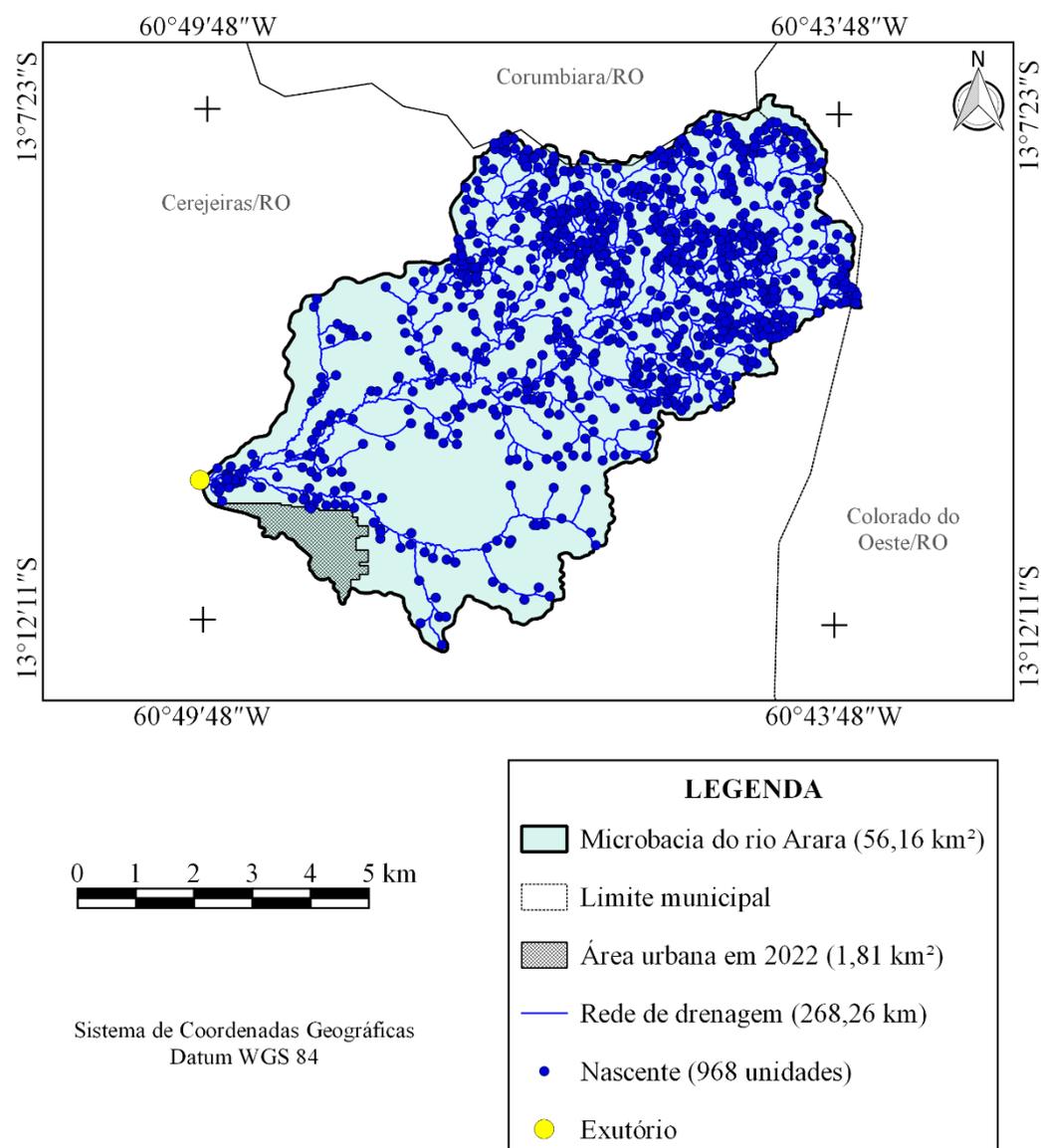


Figura 8. Distribuição espacial das nascentes na microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

A hierarquia fluvial denota que existem rios pequenos (1^a a 3^a ordem) e médios (4^a a 6^a) (Figura 9). Com base no comprimento, destacam-se os rios de 1^a ordem (131,11 e 48,87% do comprimento total), 2^a ordem (60,34 km e 22,49% do comprimento total) e 3^a ordem (36,71 km e 13,68% do comprimento total), os quais apresentam elevada a baixa probabilidade de secar durante o período de estiagem, tornando a região suscetível a escassez hídrica. Os rios com maior potencial hídrico pertencem, respectivamente, aos rios de 6^a, 5^a e 4^a ordem, logo, essas regiões são mais recomendadas para a construção de reservatórios para fins de abastecimento humano, dessedentação de animais, desenvolvimento de atividades de piscicultura e irrigação. Recomenda-se análise e acompanhamento da vazão de água ao longo do rio, principalmente no período de estiagem, para confirmar o potencial hídrico em cada região.

As densidades de nascente e drenagem do rio Arara são consideradas muito altas, apontando que a microbacia tem elevada capacidade de gerar novos cursos d'água e ótima disponibilidade de recursos hídricos. A litologia é um dos fatores que influencia nas densidades de nascentes e drenagem, visto que, densidades muito altas de drenagem e nascentes são encontradas nas microbacias do rio Tucunará (SILVA *et al.*, 2022) e rio

Cachara (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a), com litologia formada de rochas metamórficas. Já a microbacia do rio Tamanduá (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022b) apresenta uma baixa densidade de nascentes e média drenagem, porém sua litologia é formada por sedimentos inconsolidados. Essas informações corroboram com o tipo de litologia da microbacia em estudo, formada principalmente por rochas ígneas e metamórficas (78,93%) (Figura 9).

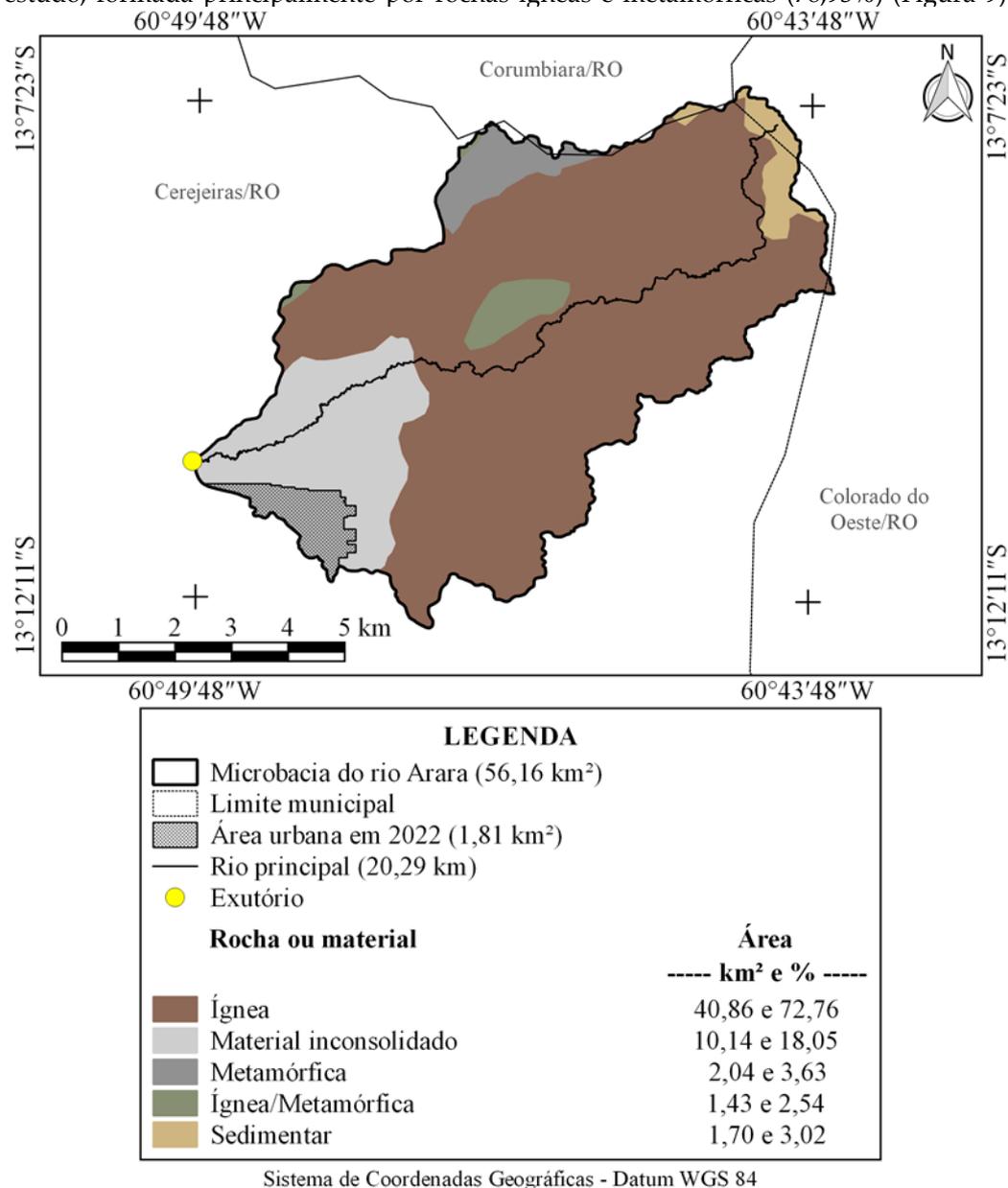


Figura 9. Litologia da microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

Fonte: Adaptado de CPRM (2021).

O coeficiente de manutenção está relacionado a quantidade de área (m²) para manter perene cada metro de curso d'água (CHEREM *et al.*, 2020), e no caso da microbacia em estudo, essa área é de 209,3 m². O valor do coeficiente de manutenção da microbacia do rio Arara é menor do que os valores dos coeficientes de manutenção das microbacias dos rios Três Galhos (254,5 m² m⁻¹) (SILVA *et al.*, 2021b), Santa Inês (266,9 m² m⁻¹) (OLIVEIRA *et al.*, 2022), Águas Claras (366,5 m² m⁻¹) (SANTOS *et al.*, 2021), Corumbiarinha (367,3 m² m⁻¹) (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022c), Prosperidade (675,7 m² m⁻¹) (MACEDO *et al.*, 2022), Caubá (927,5 m² m⁻¹) (LUNIERE *et al.*, 2022), Santa Cruz (1.018,18 m² m⁻¹) (HAUS *et al.*,

2022), Confinamento ($1.060,3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (RAMOS *et al.*, 2022), Jacuri ($1.102,9 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (PANZA *et al.*, 2020), Azul ($1.149,42 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (ANJOS *et al.*, 2022), Jaçanã ($1.155 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022a), Boa Sorte ($1.244,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022b), Conforto ($1.567,1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (SALES *et al.*, 2022) e Rio dos Veados ($2.893 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (PANZA *et al.*, 2021). Portanto, a microbacia do rio Arara tem coeficiente de manutenção muito baixo.

O índice de sinuosidade (41,05%) encontrado na microbacia do rio Arara permite classificar o canal principal em sinuoso. Para Lana, Alves e Castro (2001), a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais. A relação do índice de sinuosidade com o relevo e litologia podem ser observadas na tabela 6.

Tabela 6. Índice de sinuosidade, relevo e litologias de microbacias no estado de Rondônia.

Microbacia	IS (%)	Tipo de canal	Relevo predominante	Litologia predominante
Cachara ¹	66,88	Muito sinuoso	Ondulado e forte ondulado	Rochas metamórficas
Tucunaré ²	55,66	Muito sinuoso	Ondulado e suave ondulado	Rochas metamórficas
Azul ³	43,46	Sinuoso	Suave ondulado e plano	Sedimentos inconsolidados
Três Galhos ⁴	39,94	Sinuoso	Suave ondulado e ondulado	Rochas ígnea/metamórficas
Santa Inês ⁵	38,49	Divagante	Ondulado e suave ondulado	Rochas ígnea/metamórficas
Tamanduá ⁶	31,21	Divagante	Suave ondulado e ondulado	Sedimentos inconsolidados
Jaçanã ⁷	27,66	Reto	Suave ondulado e plano	Sedimentos inconsolidados
Rio dos Veados ⁸	22,79	Reto	Suave ondulado e plano	Sedimentos inconsolidados
Confinamento ⁹	17,46	Muito reto	Suave ondulado e plano	Sedimentos inconsolidados
Boa Sorte ¹⁰	14,63	Muito reto	Suave ondulado e plano	Sedimentos inconsolidados

IS: Índice de sinuosidade; ¹Vendruscolo *et al.* (2022a); ²Silva *et al.* (2022); ³Anjos *et al.* (2022); ⁴Silva *et al.* (2021b); ⁵Oliveira *et al.* (2022); ⁶Vendruscolo *et al.* (2022b); ⁷Santos Junior *et al.* (2022); ⁸Panza *et al.* (2021); ⁹Ramos *et al.* (2022); ¹⁰Santos Junior *et al.* (2022).

Em canais sinuosos acontece acúmulo de sedimentos em função de uma maior velocidade do escoamento das partes externas ao canal principal (McBETH, 2019). O canal principal apresenta menor sinuosidade na região da microbacia que está composta por material inconsolidado (18,05%).

O tempo de concentração está relacionado com o tempo necessário para a água da chuva se deslocar do ponto mais distante da microbacia até o exutório, e no caso da microbacia em estudo, esse tempo é de 3,46 h. Se comparado com a duração da precipitação na região, este tempo pode ser considerado baixo. Estima-se que a cada 2 anos, ocorram

precipitações com duração de 3,46 h e intensidade de 32,36 mm h⁻¹ (FIETZ *et al.*, 2011), logo, se a capacidade de infiltração de água no solo for inferior à intensidade de precipitação citada, haverá escoamento superficial e toda a área da microbacia contribuirá para a formação de enchentes.

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

No ano de 1984, aproximadamente 38,19 km² da microbacia era coberta por floresta nativa (68% da área total), 16,45 km² por agropecuária (29,29% da área total) e 1,52 km² por área urbana (2,71% da área total). Ao comparar a cobertura do solo do ano de 1984 com 2022 constata-se que a maioria da área de floresta nativa decresceu para 13,05% da área total e a área de agropecuária aumentou para 83,61% da área total. A área urbana que ocupava 2,71% da área total em 1984 passou a ocupar 3,22% em 2022. A área de espelho d'água foi detectada somente no ano de 2022, com uma área de 0,07 km² (0,12% da área total) (Figura 10).

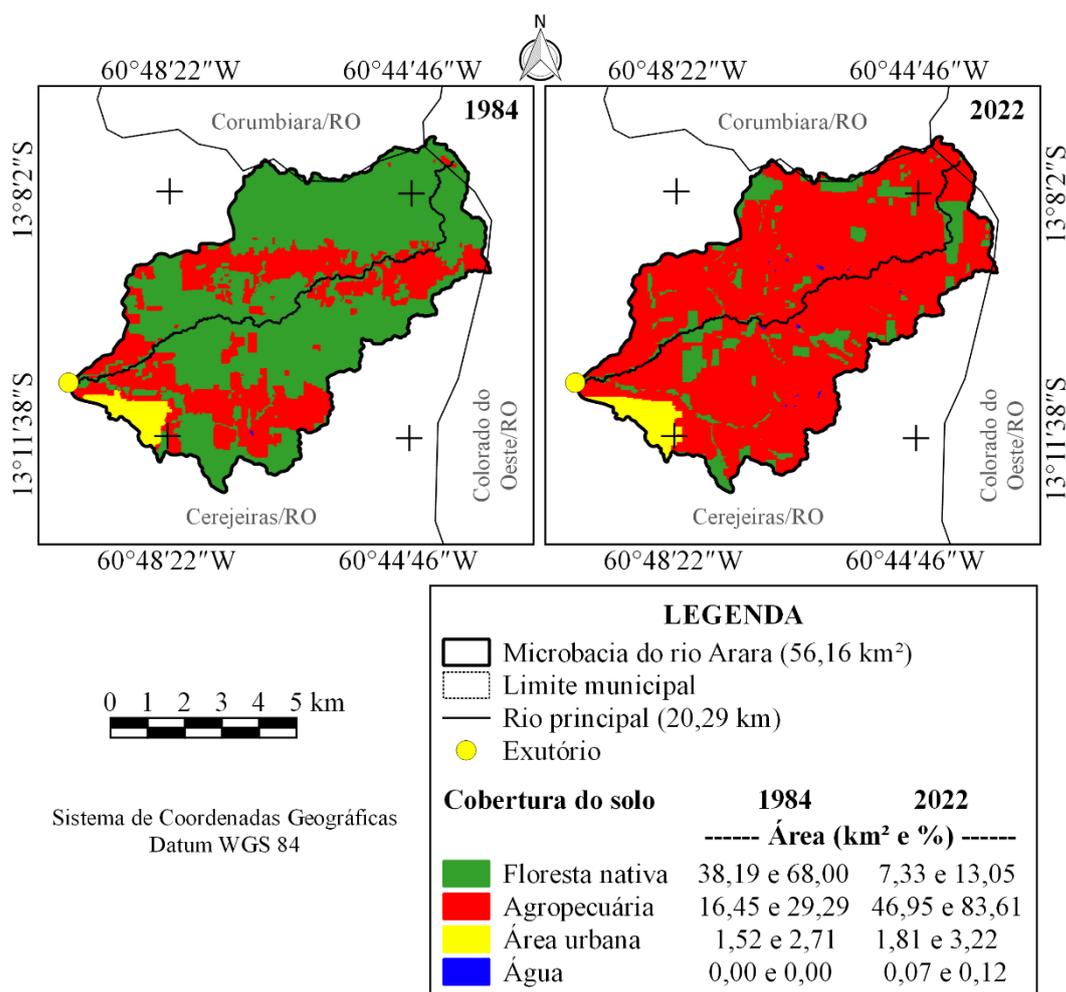


Figura 10. Dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

A zona ripária do rio Arara tem área de 17,51 km² (31,17% da área da microbacia) (Figura 11). Em 1984 a zona ripária era composta por 13,21 km² de floresta nativa (75,44% da área total), 4,28 km² de agropecuária (24,44% da área total) e < 0,01 km² de área urbana (0,06% da área total). Em 2022, a área de floresta nativa foi reduzida para 2,56 km² (14,62% da área total), a área de agropecuária aumentou para 14,77 km² (84,35% da área total), a área urbana manteve-se em < 0,01 km² (0,06% da área total) e foi detectada a área de espelho d'água (0,07 km² e 0,12% da área total). A zona ripária é uma Área de Preservação

Permanente (APP), segundo o Código Florestal (BRASIL, 2012), portanto, é considerada como área prioritária para a implantação de projetos de recuperação da vegetação nativa.

O aumento da área de agropecuária e redução da floresta nativa na microbacia e na zona ripária foi influenciada pela criação do Projeto Integrado de Colonização (PIC) Paulo Assis Ribeiro, criado em 04 de outubro de 1973. Na época, o desmatamento de parte da área era considerado como benfeitoria para assegurar a posse da terra (OLIVEIRA, 1994). Outros fatores também contribuíram para o avanço da agropecuária na região, com destaque para o crescimento da pecuária (IBGE, 2023b), e em seguida, a instauração de grandes empresas relacionadas com o agronegócio, caracterizado pelo cultivo mecanizado de soja e milho (PAULO *et al.*, 2023). Além disso, a zona ripária é muito utilizada para pastagens com a finalidade de proporcionar alimento para os animais no período da seca, por manter o capim verde em função da umidade (LUNIERE *et al.*, 2022).

O aumento da área de espelho d'água em 2022 está relacionado principalmente com a construção de represas, utilizadas como bebedouros e tanques de piscicultura. Resultados semelhantes foram observados nas microbacias dos rios Joanina (PAULO *et al.*, 2023), Águas Claras (SILVA *et al.*, 2023) e Maritaca (FOGUES *et al.*, 2023), também localizadas na região da microbacia em estudo.

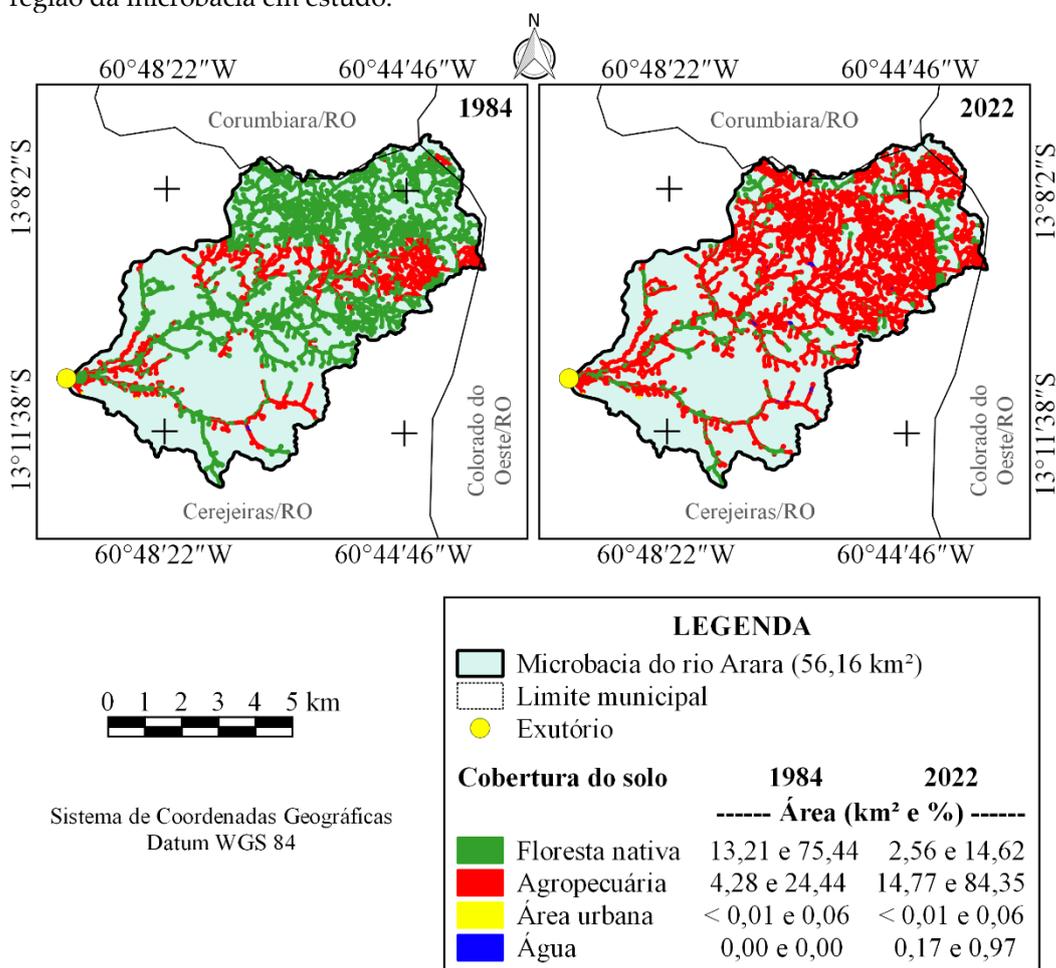


Figura 11. Dinâmica da cobertura do solo na zona ripária da microbacia do rio Arara, Amazônia Ocidental, Brasil.

A dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Arara no período de 1984 e 2022, é similar a dinâmica da cobertura do solo nas microbacias dos rios Azul (VENDRUS-COLO *et al.*, 2022d), Joaninha (PAULO *et al.*, 2023), Mutum (OLIVEIRA *et al.*, 2023), Maritaca (FOGUES *et al.*, 2023) e Gavião (FERREIRA *et al.*, 2023), haja vista que foram acresci-

dos 60,05, 57,23, 54,06, 48,22 e 44,98% de área de agropecuária, respectivamente. Estas microbacias também pertencem ao Cone Sul de Rondônia, logo, essa dinâmica de cobertura é uma característica deste Território.

A floresta nativa desempenha funções eco-hidrológicas distintas em função da posição no relevo, como abastecimento do lençol freático (topo dos morros), contenção de processos erosivos (encostas), manutenção da qualidade da água (zona ripária) e papel auxiliar a todas as funções citadas (intervalos) (TAMBOSI *et al.*, 2015). Neste contexto, verifica-se que o desmatamento excessivo na microbacia no ano de 2022 (83,61% da área total) e o desmatamento na zona ripária (84,35% da área total), está comprometendo a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos da região, sendo incompatível com o desenvolvimento sustentável. Este problema abrange estabelecimentos agropecuários privados, e também a área urbana do município de Cerejeiras, tendo em vista que o ponto de captação está localizado na microbacia do rio Arara. Além da escassez hídrica, a redução da área de floresta nativa também pode favorecer e até mesmo potencializar as enchentes.

4. Conclusão

A microbacia do rio Arara tem área de 56,16 km², formato alongado, faixa de altitude de 245 a 570 m, predominância de relevos suave ondulados e ondulados, predominância de regiões com baixa influência na propagação de incêndios e aptidão à mecanização agrícola, rede de drenagem de 268,26 km, padrão de drenagem dendrítico, rios médios, densidade de nascentes muito alta, densidade de drenagem muito alta, coeficiente de manutenção muito baixo, canal principal sinuoso e baixo tempo de concentração.

No período de 1984 a 2022, a área de agropecuária avançou sobre a área de floresta nativa, de modo que, no último ano, chegou a ocupar 83,61% da área total da microbacia e 84,35% da área total zona ripária. Destaca-se que apenas 31 nascentes (3,20% das nascentes) estavam com floresta nativa em toda a sua zona ripária no ano de 2022.

A microbacia tem potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, florestais, frutícolas e olerícolas, contudo, em prol do desenvolvimento sustentável, são recomendadas as seguintes ações: manutenção da floresta nativa remanescente, recuperação da floresta nativa na zona ripária e reserva legal, adoção de práticas conservacionistas nos sistemas produtivos, inserção do componente florestal nos sistemas produtivos (exemplos: sistemas agroflorestais, agrossilvipastoris, silvipastoris e reflorestamento), e execução de projetos com educação ambiental na região.

Contribuições dos autores: Sérgio Simões Pereira: Aquisição dos dados, interpretação e discussão dos resultados, revisão e formatação. Elvino Ferreira: interpretação e discussão dos resultados. João Marcelo Silva do Nascimento: interpretação e discussão dos resultados. João Anderson 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., Cavalheiro, 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., Cavalheiro, 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. *Recima21 - 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., Alexi 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>
- Bertoni, J., & Lombardi Neto, F. (2014). *Conservação do solo*. 9. ed. Editora Ícone, São Paulo, 355p.
- Beltrame, A. V. (1994). *Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. Editora UFSC, Florianópolis, 111p.
- 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, pp. 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/112651.htm. Acesso em: 01 mar. 2023.
- 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. e Barros, L. F. P. *Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Christofolletti, A. (1980). *Geomorfologia*. Edgard Blucher, São Paulo, 188p.
- 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. Acesso em: 12 de fevereiro de 2022.
- Cogo, N. P., Levien, R., & Schwarz, R. A. (2003). Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27(4), 743-753.
- Fairfull, S., & Witheridge, G. (2003). *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. NSW Fisheries, Sydney, 14p.
- Ferreira, A. S., Alves, M. C., Oliveira, L. V. S., Miranda, J. S., Silva, G. N., Rocha, K. J., Fulan, J. Â., Tronco, K. M. Q., Ribeiro, S. B., & Vendruscolo, J. (2023). Dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Gavião, estado de Rondônia, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 4(1), e412600. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i1.2600>
- 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. *Recima21 - 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., & 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. doi: 10.5380/abclima.v18i0.39471
- Haus, C. S., Boone, N. R. V., Johem, J., Lima, A. C. R., Anjos, S. P., Oliveira, J. P., Stachiw, R., Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. C., Ferreira, K. R., & Vendruscolo, J. (2022). Características hidrogeomorfológicas da microbacia do rio Santa Cruz,

- Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(11), e3112232. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i11.2232>
- 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. (2023a). Produção agrícola municipal: Cerejeiras/RO. Disponível em: <https://sibra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 24 de abril de 2023.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023b). Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=producao_agropecuaria. Acesso em 20 de abril de 2023
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo - 2021. (2023c). Produção agrícola-lavoura temporária. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/cerejeiras/pesquisa/14/10352>. Acesso: 13 mar. 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.
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. (2017). Superintendência Regional Rondônia - SR 17: Assentamentos - Informações Gerais. INCRA, Brasília. Disponível em <https://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>. Acesso em: 15 nov. 2021.
- José, T. H. S., Farias Neto, J. P., Rosa, D. M., Vendruscolo, J., Santos Junior, N. R. F., Fulan, J. Â., Cavalheiro, W. C., Souza, S. B., Tronco, K. M. Q., & Hara, F. A. S. (2022). Geotecnologia aplicada na análise hidrogeomorfológica da microbacia do rio Anta Atirada, Amazônia Ocidental. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(5), e351449. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i5.1449>
- Lana, C. L., Alves, J. M. P., & Castro, P. T. A. (2001). Análise morfométrica da bacia do rio Tanque, MG- Brasil. *Revista Escola de Minas*, 54(2), 121-126. doi: <https://doi.org/10.1590/S0370-44672001000200008>
- Lima, A. F. L., Cunha, J. M., Campos, M. C. C., Martins, T. S., Brito, W. B. M., & Brito Filho, E. G. (2022). Influência do relevo na distribuição espacial da textura e fertilidade do solo em uma área de Terra Preta Arqueológica em Novo Aripuanã-AM. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 23(3), 1548-1567. doi: <https://doi.org/10.20502/rbg.v23i3.1909>
- 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. In: VII Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação - CONNEPI, 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 quadrícula de Campinas. Tese, Universidade de São Paulo, 267p.
- Luniere, N. O., Santos Júnior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Fulan, J. Â., Hara, F. A. S., Stachiw, R., Ferreira, K. R., Figueira, W. S., Carneiro, K. A. A., & Vendruscolo, J. (2022). Hidrogeomorfometria e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Caubá, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(7), e371646. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i7.1646>
- Macedo, T. M., Fulan, J. Â., Pereira, C. V. L., Gomes, M. L. S., Souza, R. F. S., Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2022). Características hidrogeomorfométricas e dinâmica da cobertura do solo na microbacia Prosperidade, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(1), e311019. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1019>
- Maretano, L. S., & Brito, J. L. S. (2020). Fragilidade ambiental potencial da bacia hidrográfica hidrográfica do rio Cástan, estado Trujillo-Venezuela. *Caminhos de Geografia*, 21(73), 86-97. doi: <https://doi.org/10.14393/RCG217347216>

- McBeth, J. M. (2019). Streams and Floods. In: Panchuk, K. Physical Geology. Saskatchewan, USASK, p. 311-334.
- Mendes, D. M., Costa, D. P., Rosa, D. M., Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., & Rodrigues, A. A. M. (2021). Morfometria e desmatamento da microbacia do rio Pirarara, Cacoal, Rondônia. *Research, Society and Development*, 10(9), e3310917266. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17266>
- Oliveira, A. G. C., Nascimento, J. F., Roos, V. O., Cavalheiro, W. C. S., Fulan, J. Â., Rodrigues, J. B. B., Carneiro, K. A. A., Stachiw, R., Figueira, W. S., & Vendruscolo, J. (2023). A dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo na microbacia e zona ripária do rio Mutum, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 4(1), e412606, doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i1.2606>
- Oliveira, J. P., Lima, A. C. R., Anjos, S. P.; Boone, N. R. V., Haus, C. S., Johem, J., Cavalheiro, W. C. S., Souza, R. F. S., & Vendruscolo, J. (2022). Hidrogeomorfometria e dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Santa Inês, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(1), e311012. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1012>
- Oliveira, R. H. R. (1994). A Reforma Agrária e suas implicações no processo de desenvolvimento do estado de Rondônia. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.
- Parvis, M. (1950). Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. *Photogrammetric Engineering*, 16, 387-408.
- 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. doi: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n12-592>.
- Panza, M. R., Souza, T. W. S., Donegá, M. V. B., Lima, M. M., Saraiva, J. G., Pacheco, F. M. P., Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2021). Hidrogeomorfometria e índice de desmatamento da microbacia Rio dos Veados, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12(4), 399-411. doi: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0031>
- 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 Joaninha (1984 a 2022) Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21- 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.
- Pereira, M. G. B., Fenner, P. T., Miyajima, R. H., & Tonin, R. P. (2017). Modelagem de material combustível em áreas da fazenda experimental Lageado - Unesp Botucatu SP. In: V Simpósio Internacional de Microbacias Hidrográficas: Biomas Brasileiros – conservação da biodiversidade, solo, floresta e água, Botucatu, Brasil.
- Pires, F. R., & Souza, C. M. (2013). Práticas mecânicas de conservação do solo e da água. 3 ed. Produção independente, Viçosa, 216 p.
- Ramos, H. F., Sales, F. M., Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Fulan, J. Â., Silva, G. N., Rocha, K. J., Tronco, K. M. Q., Vendruscolo, J., & Hara, F. A. S. (2022). Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Confinamento, Rondônia, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(8), e381839. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i8.1839>
- 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/ufv.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>
- Sales, F. M., Ramos, H. F., Cavalheiro, W. C. S., Fulan, J. Â., Biazatti, S. C., Maia, E., Ribeiro, S. B., Vendruscolo, J., & Hara, F. A. S. (2022). Geotecnologias aplicadas à análise das características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo na

- microbacia do rio Conforto, Rondônia, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(8), e381775. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i8.1775>
- Santana, E. S. M., Souza, E. F. M., Ferreira, E., Hara, F. A. S., Fulan, J. Â., Rodrigues, J. B. B., Cavalheiro, 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. A., Silva, E. C., Cardoso, L. A. P., Praia, W. M., Hara, F. A. S., Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2021). Características hidrogeomorfológicas da microbacia do rio Águas Claras, Amazônia Ocidental, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(3), e21110313363. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13363>
- 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 Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Fulan, J. Â., Souza, R. F. 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. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(3), e331242. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i3.1242>
- Santos Junior, N. R. F., Cavalheiro, W. C. S., Scotti, 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. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(4), e341343. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1343>
- Santos Junior, N. R. F., Maia, E., Cavalheiro, W. C. S., Rocha, J. D. S., & Vendruscolo, J. (2021). Análise da paisagem da microbacia do rio Piranha-preta, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-26. Disponível em: www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- 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, E. C., Praia, W. M., Santos, A. S., Cardoso, L. A. P., Hara, F. A. S., Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2021b). Características hidrogeomorfológicas da microbacia Três Galhos, Amazônia Ocidental, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(2), e20910212408. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12408>.
- Silva, M. L. H., Silva, E. C., Nagao, E. O., Cavalheiro, W. C. S., Maia, E., Alves, S. R. M., Scotti, M. S. V., Hara, F. A. S., & Vendruscolo, J. (2021a). Hidrogeomorfometria da microbacia do rio Cutia, Amazônia Sul - Ocidental, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(5), e23810514964. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14964>
- Silva, M. P. O., Vendruscolo, J., Santos Junior, N. R. F., Fulan, J. Â., Ferreira, K. R., Silva, G. N., Rocha, K. J., Tronco, K. M. Q., Souza, E. F. M., Ferreira, E., & Hara, F. A. S. (2022). Características da paisagem para auxiliar no planejamento e manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Tucunaré, Amazônia ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(9), e391911. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i9.1911>
- Silva, Q. D. (2012). Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão. Tese, Universidade Estadual Paulista. 249p
- Silva, U. M., Oliveira, S., Alencar, J. B. M., Fulan, J. Â., Rocha, K. J., Araujo, E. C. G., Souza, E. F. M., Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2023). *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 4(1), e412605. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i1.2605>

- Soares, G. S., Santos Júnior, N. R. F., Mira, S. F., Moreto, R. F., Cavalheiro, W. C. S., Vendruscolo, J., & Rosa, D. M. (2019). Uso de plataforma SIG na caracterização morfométrica da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezolana, especial*, 84-95. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46157>
- 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>
- USGS – United States Geological Survey. (2023). USGS: Science for a changing world. United States: USGS, 2023. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs>. Acesso em: 7 de março de 2023.
- Vashchenko, Y. (2012). Fatores que influenciam a erosão hídrica nas trilhas do Parque Estadual Pico do Marumbi. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 179 p. Tese (Doutorado)
- 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. *Recima21 - 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. (2022c). Microbacia do rio Corumbiarinha: características da paisagem para auxiliar o planejamento e a gestão dos recursos naturais. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(11), e3112153. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i11.2153>
- Vendruscolo, J., Fulan, J. Â., Cavalheiro, W. C. S., Nagao, E. O., Ferreira, E., Souza, E. F. M., Silva, G. N., Santos Junior, N. R. F., Rocha, K. J., Anjos, S. P., Stachiw, R., Figueira, W. S., & Rodrigues, J. B. B. (2022d). Análise temporal e espacial da cobertura do solo na microbacia rio Azul, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(11), e3112202. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i11.2202>
- Vendruscolo, J., Santos Junior, N. R. F., Nagao, E. O., Fulan, J. Â., Macedo, R. S., Carneiro, K. A. A., & Cavalheiro, W. C. S. (2022b). Características da paisagem da microbacia do rio Tamanduá, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(4), e341387. doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1387>
- Villela, S. M., & Mattos, A. (1975). *Hidrologia aplicada*. McGraw-Hill, São Paulo, 245p.