

Características hidrogeomorfológicas e da cobertura do solo da microbacia Rio Caranguejo, Amazônia Ocidental, Brasil

Janderson Alves dos Santos¹ Eduardo Candido Franco Rosell¹ Emanuel Maia¹ João Ânderson Fulan²
João Batista Belarmino Rodrigues³ Emmanoella Costa Guaraná Araujo¹ Jhony Vendruscolo^{1*}

¹Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Engenharia Florestal, Av. Norte Sul, n. 7300, Rolim de Moura - Rondônia, Brasil

²Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Hidrobiologia, Rod. Washington Luis, km 235, São Carlos – São Paulo, Brasil

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Departamento de Ensino, Extensão, Pesquisa, Inovação, Av. Prefeito Nelson Souza, Óbidos - Pará, Brasil

Original Article

*Corresponding author:

jhony@unir.br

Palavras-chave:

Geoprocessamento

Características fisiográficas

Planejamento e gestão ambiental

Keywords::

Geoprocessing

Physiographic characteristics

Environmental planning and management

Received in

2023/03/20

Accepted on

2023/06/01

Published in

2023/06/30



DOI:

<http://dx.doi.org/10.34062/afs.v10i2.15159>

RESUMO: É essencial planejar a gestão dos recursos naturais para o desenvolvimento sustentável na região amazônica tendo como base as informações das características da paisagem. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo disponibilizar informações topográficas, geométricas e hidrográficas, e da cobertura do solo da microbacia Rio Caranguejo. Estas informações foram obtidas por meio de equações e sensoriamento remoto, utilizando os softwares QGIS 2.10.1, TrackMaker e Google Earth, imagens altimétricas registradas pelo satélite ALOS (sensor Palsar). A microbacia tem área de 7,85 km², perímetro de 19,26 km, forma alongada, baixa suscetibilidade a enchentes, altitudes de 207 a 254 m, predominância de relevo suave ondulado (67,39%), 68,03% da área apta a extremamente apta a mecanização agrícola e com baixa influência na propagação de incêndios, rede de drenagem com padrão dendrítico, 3ª ordem de drenagem, baixa densidade de nascentes, média densidade de drenagem, coeficiente de manutenção de 1.062,2 m² m⁻¹, baixo tempo de concentração. A microbacia do rio Caranguejo tem 82,29% de sua área total ocupada pelo sistema agropecuário, no entanto, recomenda-se práticas de manejo conservacionistas do solo e da água, para reduzir o impacto destes sistemas nos recursos naturais da mesma. Também são recomendados estudos sobre a distribuição espacial da vegetação nativa por estabelecimento agropecuário privado, para se avaliar a situação das reservas legais.

Hydrogeomorphometric and land cover characteristics of the Rio Caranguejo watershed, Western Amazon, Brazil

ABSTRACT: It is essential to plan the management of natural resources for sustainable development in the Amazon region and be based on information and landscape characteristics. Given the above, the present work aimed to provide topographic, geometric and hydrographic information, and the land cover of the Rio Caranguejo microbasin. This information was obtained through equations and remote sensing, using QGIS 2.10.1, TrackMaker and Google Earth software, altimetric images recorded by the ALOS satellite (Palsar sensor). The microbasin has an area of 7.85 km², perimeter of 19.26 km, elongated shape, low susceptibility to flooding, altitudes from 207 to 254 m, predominance of gently undulating relief (67.39%), 68.03% from the area suitable to extremely suitable for agricultural mechanization and with low influence on the spread of fires, drainage network with a dendritic pattern, 3rd order drainage, low density of springs, medium density of drainage, maintenance coefficient of 1062.2 m² m⁻¹, low concentration time. The Rio Caranguejo microbasin has 82.29% of its total area occupied by the agricultural system, however, conservationist soil and water management practices are recommended to reduce the impact of these systems on its natural resources. Studies on the spatial distribution of native vegetation in areas protected by law in the microbasin (legal reserves and permanent preservation areas) are also recommended, to assist in the delimitation of priority areas for the conservation of water resources.

Introdução

A microbacia Rio Caranguejo abrange 18 estabelecimentos agropecuários privados (INCRA 2018), e suas águas fluem para o rio Escondido, um dos principais afluentes do rio Guaporé no estado de Rondônia. O rio Guaporé tem grande importância ambiental por formar um corredor ecológico que permite o fluxo gênico entre espécies do bioma amazônico e do pantanal mato-grossense (Silva et al. 2015). Diante deste cenário, constata-se a necessidade de estudos sobre as características da paisagem na microbacia Rio Caranguejo, para se identificar as potencialidades e vulnerabilidades ambientais da região, e, posteriormente, elaborar um plano de manejo e gestão dos recursos naturais, para promover o desenvolvimento sustentável nos estabelecimentos agropecuários e reduzir o impacto destas atividades sobre os recursos naturais, incluindo os recursos hídricos que fluem para o rio Guaporé.

Do ponto de vista de conservação dos recursos hídricos, a microbacia é considerada a unidade ideal de planejamento e gestão, por permitir a integração de todos segmentos da sociedade que utilizam esse recurso natural (Bertoni e Lombardi Neto 2014). As microbacias também apresentam uma área muito menor do que as bacias ou sub-bacias do estado de Rondônia (Cavalheiro e Vendruscolo 2019), facilitando a aquisição de dados detalhados da paisagem que aumentam a eficiência do planejamento e gestão ambiental (Vendruscolo et al. 2021a).

As informações da paisagem das microbacias podem ser coletadas em campo ou com geotecnologias. A segunda opção tem a vantagem de permitir a formação de um banco de dados de qualidade, com grande quantidade de informações, em tempo hábil e com baixo custo financeiro (Soares et al. 2019; Santos Junior et al. 2022a). Também facilita o planejamento de estratégias de manejo ao gerar e combinar mapas digitais, permite a avaliação da eficiência de estratégias de manejo adotadas em anos anteriores, a realização de prospecções de cenários futuros e o monitoramento das mudanças ambientais (Vendruscolo et al. 2020). Em função destas características as geotecnologias são utilizadas com frequência na caracterização de microbacias no estado de Rondônia (Soares et al. 2019; Moreto et al. 2021; Santos Junior et al. 2022a; Vendruscolo et al. 2021a; Cavalheiro et al. 2022; Santos Junior et al. 2022b; Vendruscolo et al. 2022a).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo disponibilizar informações topográficas, geométricas e hidrográficas, e da cobertura do solo da microbacia Rio Caranguejo, visando disponibilizar informações e recomendações de uso e manejo do solo aos produtores rurais, instituições públicas e privadas, e poder público da região.

Material e Métodos

A microbacia do rio Caranguejo está inserida na sub-bacia do rio Escondido e bacia do rio Guaporé, localizada no município de Cabixi, estado de Rondônia (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 sedimentos inconsolidados (CPRM 2018) e solos classificados como Latossolo Vermelho distrófico (96,39%), Argissolo Vermelho distrófico (1,88%), Neossolo Flúvico (0,94%) e Gleissolo distrófico (0,72%) (SEDAM 2002).

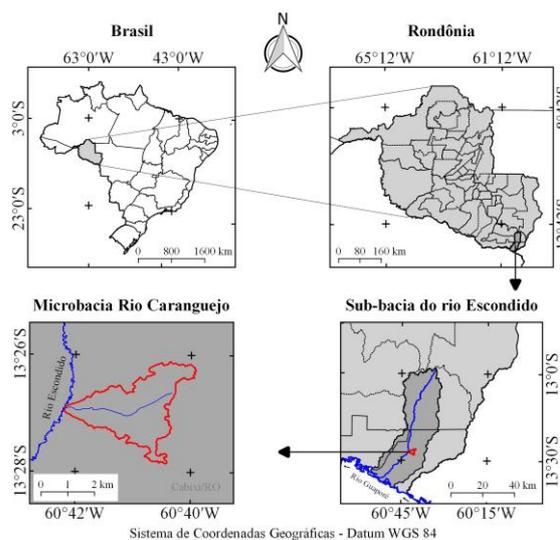


Figura 1. Localização da microbacia Rio Caranguejo, Amazônia Ocidental, Brasil.

As características 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 a dinâmica temporal e espacial de cobertura do solo na microbacia e em sua zona ripária. 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, imagens altimétricas registradas pelo satélite ALOS (sensor Palsar) (ASF 2021) e imagens de cobertura do solo registradas pelos satélites Landsat 5 e Landsat 8 (USGS 2022). 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 e Mattos 1975), 2 (Christofoletti 1980) e 3 (Villela e Mattos 1975), respectivamente, e comparados com dados da literatura (Tabela 1).

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

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

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

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

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

Em que: Kc = coeficiente de compacidade; A = área da microbacia (km^2); 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 base na altitude, utilizando o software QGIS nas seguintes etapas: raster > geoprocessamento > análise > MDE (modelos de terreno). Em seguida foi classificada para a aquisição de informações relacionadas ao relevo, influencia na propagação de incêndios e aptidão à mecanização agrícola (Tabela 2).

3ª Etapa - Características hidrográficas

- Padrão de drenagem, ordem dos rios e nascentes: inicialmente foram gerados os cursos d'água, utilizando as imagens do software Google Earth e a ferramenta “adicionar caminho”. 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 (Romero; Formiga; Marcuzzo, 2017) e 8 (Kirpich 1940, apud Targa et al. 2012), respectivamente.

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

Em que: Dn = densidade de nascentes (nascentes km^{-2}); N = número de nascentes; A = área da microbacia (km^2).

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

Em que: Dd = densidade de drenagem (km km^{-2}); L = comprimento da rede de drenagem (km); A = área da microbacia (km^2).

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

Em que: Cm = coeficiente e manutenção ($m^2 m^{-1}$);
 Dd = densidade de drenagem ($km km^{-2}$).

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

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

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

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 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
	Extremamente alta	> 45
Aptidão à mecanização agrícola ³	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).

Tabela 3. Classificação das características hidrográficas.

Parâmetro	Unidade	Classe	Limite
Ordem dos rios ¹	Unid.	Rio pequeno	1-3
		Rio médio	4-6
		Rio Grande	7-10
Ordem dos rios ²	Unid.	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 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 e Witheridge (2003); ³Lollo (1995); ⁴Beltrame (1994); ⁵Romero, Formiga e 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), registradas no

período de julho a agosto, em função da melhor qualidade das imagens. Informações sobre as características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8 encontram-se na tabela 4.

Tabela 4. Características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, utilizadas para elaboração da análise da cobertura do solo na microbacia do rio Caranguejo.

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	8	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 e água), nos seguintes passos:

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

$$\text{IVDN} = (\text{IP} - \text{V}) / (\text{IP} + \text{V}) \quad (\text{Equação 9})$$

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

2º Passo: coleta de 30 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), para validar a classificação.

A zona ripária foi delimitada com a ferramenta “Buffer”, considerando 50 m de raio nas nascentes e uma faixa de 30 m de cada lado dos rios, conforme o estabelecido pelo Código Florestal, Lei nº 12.651 de 2012 (Brasil 2012). Para este trabalho não foi considerado as informações sobre as áreas consolidadas estabelecido pela referida Lei, tendo em vista que, segundo Tambosi et al. (2015), o atual Código Florestal vem na contramão do que seria necessário para uma adequada gestão dos recursos hídricos.

5ª Etapa: Elaboração dos mapas

Para auxiliar a interpretação dos resultados, foram elaborados os mapas de altitude, relevo, rede e ordem de drenagem, distribuição espacial das nascentes, dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo na microbacia e na zona ripária, utilizando a ferramenta “novo compositor de impressão”, e o Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum WGS 84.

Resultados e discussão*Características geométricas*

A microbacia Rio Caranguejo abrange uma área de 7,85 km², perímetro de 19,26 km, fator de forma de 0,40, índice de circularidade 0,27 e coeficiente de compacidade 1,92. Do ponto de vista geométrico, constata-se que os resultados confirmam a formação de uma microbacia alongada e não sujeita a enchentes. Villela e Mattos (1975) compara uma microbacia de formato alongado com uma microbacia circular de área equivalente, e afirma que a microbacia de formato alongado apresenta menor possibilidade de formação de enchentes, principalmente por dois motivos: 1º) há menor probabilidade de ocorrência de precipitações intensas cobrirem toda sua extensão simultaneamente; e 2º) a contribuição dos afluentes chegam ao rio principal em vários pontos ao longo de seu percurso.

Características topográficas

Os valores de altitude da microbacia variam de 207 a 254 m, com valor médio de 226 m e amplitude altimétrica de 47 m (Figura 2). A altitude é um fator ambiental que influencia diretamente na temperatura (Fritzsos, Mantovani e Whege 2016) e precipitação pluviométrica (Villela e Mattos 1975), logo, algumas espécies terão maior facilidade de se adaptar no local. Neste contexto, e considerando o trabalho de Bourke (2010), constata-se que a

microbacia Rio Caranguejo apresenta uma faixa de altitude (207 a 254 m), que favorece o desenvolvimento de cultivos de espécies de interesse agrícola, perenes (Urucum - *Bixa orellana*; café conilon - *Coffea canephora var. robusta*) e anuais (Feijão - *Phaseolus vulgaris*; Arroz - *Oryza sativa*; Milho - *Zea mays*; Soja - *Glycine max*), olerícolas (Cenoura - *Daucus carota*; Couve-flor - *Brassica oleracea cv. Group Cauliflower*; Gengibre - *Zingiber officinale*; Inhame doce - *Dioscorea esculenta*; Mandioca - *Manihot esculenta*), frutíferas (Melancia - *Citrullus lanatus*; Melão - *Cucumis melo*; Pinha - *Annona squamosa*; Pitanga - *Eugenia uniflora*; Caju - *Anacardium occidentale*) e florestais (Cacau - *Theobroma cacao*; Seringueira - *Hevea brasiliensis*; Sumaúma - *Ceiba pentandra*).

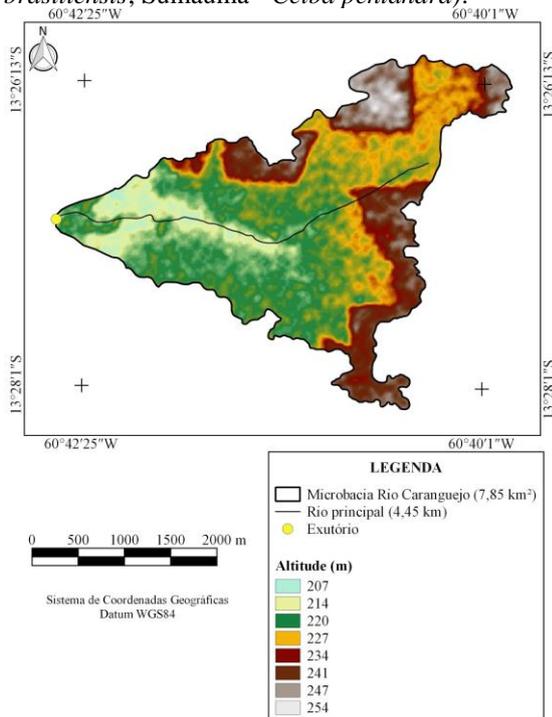


Figura 2. Altitude da microbacia Rio Caranguejo, Amazônia Ocidental, Brasil.

A microbacia tem declividades que variam de 0 a 24%, formando relevos planos a forte ondulados, porém, destacam-se relevos suave ondulados por abrangerem 67,39% da área total (Figura 3). A declividade do solo influencia na velocidade de escoamento superficial (Lepsch et al. 2015) e, conseqüentemente, na seleção da prática de manejo conservacionista (Bertoni e Lombardi Neto 2014). Portanto, as práticas conservacionistas recomendadas para a microbacia do rio Caranguejo variam desde as práticas mais simples (ex: ceifa do mato) até as mais complexas (ex: terraceamento), em função da classe de relevo (Tabela 5).

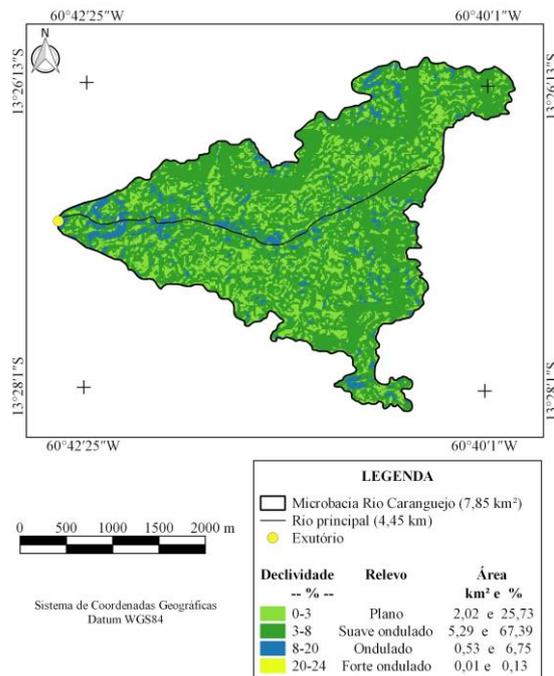


Figura 3. Relevo da microbacia Rio Caranguejo, Amazônia Ocidental, Brasil.

Tabela 5. Práticas conservacionistas recomendadas para cada classe de relevo na microbacia Rio Caranguejo.

Relevo	Prática conservacionista recomendada
Plano	Ceifa do mato, cobertura morta, adubação e calagem (mediante resultado da análise de solo).
Suave ondulado	Ceifa do mato, cobertura morta, plantio em contorno, terraceamento, adubação e calagem (mediante resultado da análise de solo).
Ondulado	Ceifa do mato, cobertura morta, plantio em contorno, terraceamento, adubação e calagem (mediante resultado da análise de solo).
Forte ondulado	Manutenção da floresta nativa e reflorestamento.

Fonte: adaptado de Bertoni e Lombardi Neto (2014).

Na microbacia existem regiões que exercem baixa, moderada e alta influência na propagação de

incêndios, em 95,29, 4,33 e 0,38% de sua área total, respectivamente. O predomínio de regiões de baixa influência na propagação de incêndios é importante para os estabelecimentos agropecuários, uma vez que reduz o risco de perda de produção, rebanhos e estruturas físicas (Vendruscolo et al. 2022a).

Com relação a aptidão à mecanização agrícola, observou-se a existência de regiões classificadas como extremamente aptas até não apta, mas predominaram as classes de extremamente aptas (56,18%), muito aptas (31,59%) e aptas (7,52%), abrangendo 95,29% da área total da microbacia (Tabela 6). Esse resultado confirma o potencial da mecanização agrícola na região, principalmente para as lavouras de milho e soja em larga escala, que exigem colheita mecanizada.

Tabela 6. Classificação da aptidão à mecanização agrícola na microbacia Rio Caranguejo.

Aptidão à mecanização agrícola	Área	
	-- km ² --	-- % --
Extremamente apta	4,41	56,18
Muito apta	2,48	31,59
Apta	0,59	7,52
Moderadamente apta	0,26	3,31
Não apta	0,11	1,40

Características hidrográficas

A rede de drenagem da microbacia tem 7,39 km, padrão de drenagem dendrítico, hierarquia fluvial de até 3ª ordem (Figura 4), 6 nascentes (Figura 5), 0,76 nascentes km⁻², densidade de drenagem de 0,94 km km⁻², coeficiente de manutenção de 1.062,2 m² m⁻¹, índice de sinuosidade de 8,54% e tempo de concentração de 1,93 h.

O padrão de drenagem dendrítico também ocorre nas microbacias dos rios Sete Voltas (Boone et al. 2022), Enganado (Moreto et al. 2019), Alto Rio Escondido (Vendruscolo et al. 2020a), Médio Rio Escondido (Vendruscolo et al. 2020b), Rio da Paca (Montagnolli et al. 2022), Bodó (Oliveira et al. 2022), Jacarandá (Santos et al. 2022), Rio do Gato (Ferreira et al. 2022), Tamanduá (Vendruscolo et al. 2022a), Rio das Almas (Vendruscolo et al. 2021b), Ariranha (Vendruscolo et al. 2022b), Pardal (Travassos et al. 2022) e São Jorge (Pacheco et al. 2020), também localizadas na sub-bacia do rio Escondido (Tabela 7). Este tipo de padrão se forma quando os rios fluem sobre rochas homogêneas do ponto de vista horizontal, criando erosões similares em todas as direções (Parvis 1950). Portanto, as rochas e os materiais inconsolidados desta região apresentam características que favorecem a formação do padrão de drenagem dendrítico.

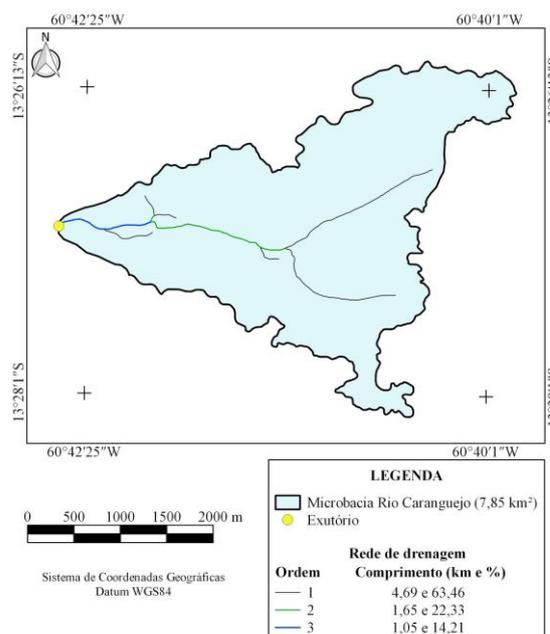


Figura 4. Rede e ordem de drenagem da microbacia Rio Caranguejo, Amazônia Ocidental, Brasil.

A formação de um rio de 3ª ordem denota que a microbacia tem rio de pequeno porte e com baixa probabilidade de secar durante o período de estiagem na região próxima ao exutório, o restante da área da microbacia está localizada em regiões classificadas como de alta e moderada probabilidade. Portanto, a região mais propícia da microbacia Rio Caranguejo para o desenvolvimento de atividades de piscicultura ocorre próxima ao exutório, contudo, pode estar sujeita a problemas associados ao alagamento do rio Escondido no período das chuvas. O número de ordens da microbacia em estudo é menor que o número de ordens das microbacias Médio Rio Escondido (Vendruscolo et al. 2020b), Enganado (Moreto et al. 2019), Alto Rio Escondido (Vendruscolo et al. 2020a), Sete Voltas (Boone et al. 2022), São Jorge (Pacheco et al. 2020), Rio do Gato (Ferreira et al. 2022) e Rio das Almas (Vendruscolo et al. 2021b), e maior do que o número de ordens das microbacias dos rios Jacarandá (Santos et al. 2022) e Pardal (Travassos et al. 2022) (Tabela 7). O número de ordem está diretamente associado com a litologia da região, sendo observado que microbacias que apresentam litologia formada por rochas ígneas e metamórficas apresentam maior número de ordens do que as microbacias que apresentam litologia formada por sedimentos inconsolidados, uma vez que as rochas ígneas e metamórficas favorecem o escoamento superficial e a formação de canais por apresentarem baixa permeabilidade.

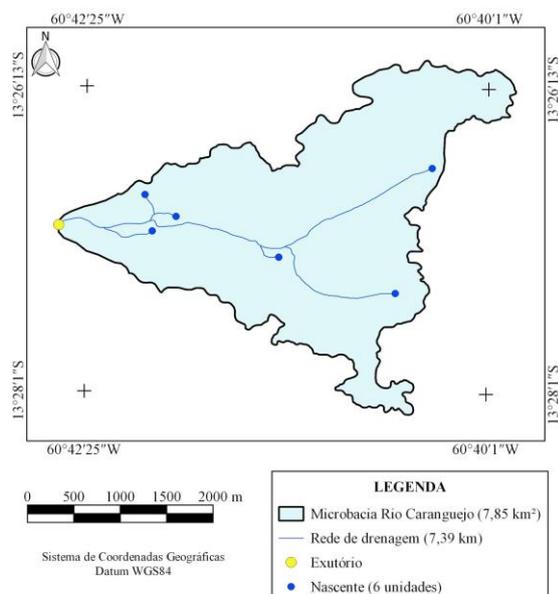


Figura 5. Distribuição espacial das nascentes na microbacia Rio Caranguejo, Amazônia Ocidental, Brasil.

As densidades de nascentes e drenagem da microbacia Rio Caranguejo são classificadas como baixa e média, respectivamente. As nascentes são fontes que mantêm os cursos d'água, sendo assim, pode-se inferir que a microbacia em estudo tende a apresentar menor disponibilidade de recursos hídricos quando comparado com as microbacias Rio do Gato (Ferreira et al. 2022), Sete Voltas (Boone et al. 2022), Alto Rio Escondido (Vendruscolo et al. 2020a) e Médio Rio Escondido (Vendruscolo et al. 2020b) (Tabela 7), sendo, conseqüentemente, mais suscetível a escassez hídrica no período de estiagem. A densidade de drenagem denota a distribuição espacial dos recursos hídricos na região, e, conseqüentemente, a possibilidade de existirem estabelecimentos agropecuários sem água superficial. Portanto, a adoção das práticas de manejo conservacionista também é recomendada para aumentar a capacidade de retenção de água no solo e reduzir a suscetibilidade à escassez hídrica.

Tabela 7. Características hidrográficas de microbacias pertencentes à sub-bacia do rio Escondido.

F	Microbacia	Parâmetro	Unidade	Característica ou valor
1	Sete Voltas	Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	7
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	14,22
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	4,92
		Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	203,4
		Índice de sinuosidade	%	43,38
2	Enganado	Tempo de concentração	h	11,73
		Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	6
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	5,75
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	2,88
		Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	347,22
3	Alto Rio Escondido	Índice de sinuosidade	%	34,48
		Tempo de concentração	h	6,43
		Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	7
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	12,33
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	4,27
4	Médio Rio Escondido	Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	234,1
		Índice de sinuosidade	%	38,77
		Tempo de concentração	h	3,01
		Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	6
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	10,48
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	4,04
		Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	246
		Índice de sinuosidade	%	47,26
		Tempo de concentração	h	2,68

5	Rio da Paca	Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	3
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	0,9
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	0,99
		Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	1.010,2
		Índice de sinuosidade	%	12,83
		Tempo de concentração	h	1,52
6	Bodó	Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	3
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	0,36
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	0,91
		Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	1.104,1
		Índice de sinuosidade	%	8,10
		Tempo de concentração	h	3,65
7	Jacarandá	Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	2
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	0,46
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	0,51
		Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	1.949,5
		Índice de sinuosidade	%	16,10
		Tempo de concentração	h	2,47
8	Rio do Gato	Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	4
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	13,65
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	4,75
		Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	210,3
		Índice de sinuosidade	%	31,01
		Tempo de concentração	h	2,09
9	Tamanduá	Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	3
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	5,26
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	0,98
		Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	1.023,4
		Índice de sinuosidade	%	24,49
		Tempo de concentração	h	2,99
10	Rio das Almas	Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	4
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	1,76
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	1,25
		Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	800,9
		Índice de sinuosidade	%	24,87
		Tempo de concentração	h	3,28
11	Ariranha	Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	3
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	0,36
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	0,86
		Coefficiente de manutenção	m ² m ⁻¹	1.157,9
		Índice de sinuosidade	%	7,15
		Tempo de concentração	h	7,42
12	Pardal	Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	2
		Densidade de nascentes	Nascentes km ⁻²	1,17
		Densidade de drenagem	km km ⁻²	0,95

		Coefficiente de manutenção	$m^2 m^{-1}$	1,052
		Índice de sinuosidade	%	16,21
		Tempo de concentração	h	2,33
		Padrão de drenagem	-	Dendrítico
		Ordem dos rios	Unidades	5
		Densidade de nascentes	Nascentes km^{-2}	3,20
13	São Jorge	Densidade de drenagem	$km km^{-2}$	1,78
		Coefficiente de manutenção	$m^2 m^{-1}$	563
		Índice de sinuosidade	%	27,9
		Tempo de concentração	h	2,18

F = fonte; 1: Boone et al. (2022); 2: Moreto et al. (2019); 3: Vendruscolo et al. (2020); 4: Vendruscolo et al. (2020); 5: Montagnolli et al. (2022); 6: Oliveira et al. (2022); 7: Santos et al. (2022); 8: Ferreira et al. (2022); 9: Vendruscolo et al. (2022); 10: Vendruscolo et al. (2021); 11: Vendruscolo et al. (2022); 12: Travassos et al. (2022); 13: Pacheco et al. (2020).

O valor de coeficiente de manutenção da microbacia Rio Caranguejo ($1.062,2 m^2 m^{-1}$) é maior do que os valores dos coeficientes da maioria das microbacias citadas na tabela 7, sendo inferior apenas aos valores observados nas microbacias dos rio Bodó ($1.104,1 m^2 m^{-1}$) (Oliveira et al. 2022), Ariranha ($1.157,9 m^2 m^{-1}$) (Vendruscolo et al. 2022b) e Jacarandá ($1.949,5 m^2 m^{-1}$) (Santos et al. 2022). O valor do coeficiente de manutenção é calculado com base na densidade de drenagem, portanto, também está associado com a litologia da região. Logo, microbacias com litologia formada por sedimentos inconsolidados, como é o caso da microbacia do rio Caranguejo, tendem a apresentar valores maiores para o coeficiente de manutenção, quando comparadas com microbacias com litologia formada por rochas ígneas e metamórficas, em condições equivalentes de precipitação.

O índice de sinuosidade mostra a formação de um canal principal muito reto. Esse tipo de canal se forma em regiões que não apresentam obstáculos que ofereçam resistência física o suficiente para redirecionar o fluxo hídrico e formar os meandros, e pode ser facilmente observado em microbacias que apresentam litologia composta por sedimentos inconsolidados, como é o caso da microbacia do rio Caranguejo. Esse tipo de canal também pode ser encontrado em outras microbacias pertencentes a sub-bacia do rio Escondido, a exemplo das microbacias Rio da Paca (Montagnolli et al. 2022), Bodó (Oliveira et al. 2022), Jacarandá (Santos et al. 2022), Ariranha (Vendruscolo et al. 2022b) e Pardal (Travassos et al. 2022) (Tabela 7).

O tempo de concentração da microbacia de 1,93 h é inferior apenas ao tempo de concentração da microbacia Rio da Paca (Tabela 7), e indica que são necessárias 1,93 h para a água da chuva chegar do ponto mais distante da microbacia até o exutório. Em face ao exposto, constata-se que a microbacia pode apresentar a formação de enchentes próximo ao exutório quando o tempo de escoamento superficial

for igual ou superior a 1,93 h, tendo em vista que nestas condições, toda a área da microbacia estará contribuindo para a vazão do rio na região citada. A região apresenta precipitações com duração que ultrapassam 1,93 h (Fietz et al. 2011), portanto, a microbacia do rio Caranguejo pode apresentar formação de enchentes, mesmo com características geométricas que indicam baixa suscetibilidade, se o uso e a cobertura do solo favorecer o escoamento superficial. Deste modo, o uso e manejo do solo dessa microbacia deve ser feito utilizando técnicas conservacionistas que favoreçam a infiltração e reduzam o escoamento superficial da água.

Dinâmica da cobertura do solo (1984 a 2022)

No período de 38 anos (1984 a 2022), a área de floresta nativa diminuiu em função do avanço da agropecuária, visto que ocupava 90,06% da área total da microbacia no início do período avaliado e passou a ocupar 13,12% no final (Figura 6). A mudança da cobertura do solo foi influenciada principalmente pela criação do Projeto Fundiário Corumbiara no ano de 1975, neste período o desmatamento era considerado como benfeitoria para garantir o documento de posse da terra pelo Instituto Nacional de Reforma Agrária (INCRA) (Oliveira 1994). Esse cenário assemelha-se ao observado nas sub-bacias Baixo Rio Pimenta Bueno e Alto Rio Pimenta Bueno (Duarte, Mendonça, Bonfati 2021), e microbacias dos rios Boa Sorte (Santos Junior et al. 2022a), Rio das Almas (Vendruscolo et al. 2021b), Enganado (Moreto et al. 2021), Jaçanã (Santos Junior et al. 2022c), Jabuti (Bandeira et al. 2022), Terra Nova (Cavalheiro et al. 2022) e Corumbiarinha (Vendruscolo et al. 2022c), que perderam extensas áreas de floresta para o agronegócio no período entre 1984 e 2022. Também pode ser observado o aparecimento da área de água apenas no ano de 2022, devido a construção de reservatórios, provavelmente para dessedentação de animais, e desenvolvimento de atividades de piscicultura e irrigação.

A supressão excessiva da vegetação nativa na microbacia pode ocasionar a redução da capacidade de infiltração de água no solo e favorecer o

escoamento superficial (TAMBOSI et al., 2015). Portanto, estas condições tendem a elevar os riscos de enchentes no período das chuvas e de escassez hídrica no período de estiagem.

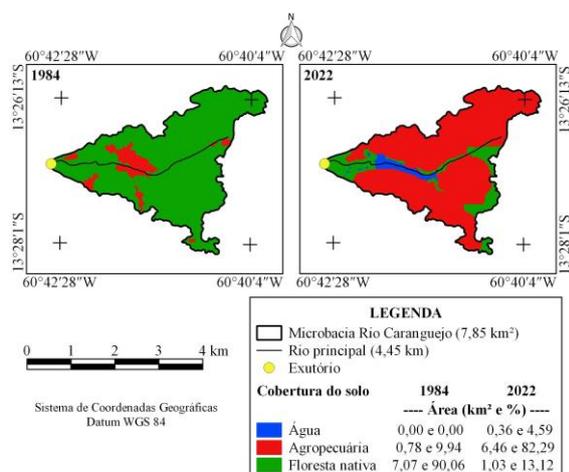


Figura 6. Dinâmica da cobertura do solo na microbacia Rio Caranguejo, Amazônia Ocidental, Brasil.

Na zona ripária também ocorreu a redução da área de floresta nativa e o crescimento das áreas de agropecuária e espelho d'água (Figura 7). Dinâmicas semelhantes podem ser observadas nas microbacias dos rios Pardal (Travassos et al. 2022), São Jorge (Vendruscolo et al. 2022), Rio do Gato (Ferreira et al. 2022) e Bodó (Oliveira et al. 2022). O avanço da área de agropecuária na zona ripária mostra que os recursos hídricos estão ficando desprotegidos em comparação com o ano de 1984, o que pode levar a perda de qualidade da água. A vegetação nativa da zona ripária atua como um filtro que retém os contaminantes e poluentes oriundos das cotas mais elevadas do terreno, por esse motivo, são consideradas essenciais para manutenção da qualidade hídrica (Tambosi et al. 2015). A presença da vegetação nativa na zona ripária também atua na proteção contra a erosão do solo e o assoreamento do corpo hídrico.

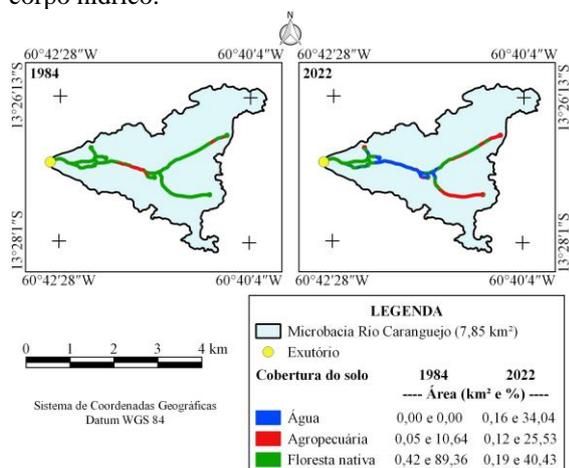


Figura 7. Dinâmica da cobertura do solo na zona ripária da microbacia Rio Caranguejo, Amazônia Ocidental, Brasil.

Conclusões

A microbacia do Rio Caranguejo tem área de 7,85 km², perímetro de 19,26 km, formato alongado, altitudes variando de 207 a 254 m, predominância dos relevos suave ondulado (55,41%) e plano (25,73%), 95,29% da área classificada como de baixa influência na propagação de incêndios, apenas 1,4% da área classificada como não apta à mecanização agrícola, rede de drenagem de padrão dendrítico, hierarquia fluvial de até 3ª ordem, rio de pequeno porte e com baixa probabilidade de secar no período de estiagem, baixa densidade de nascentes, média densidade de drenagem, alto coeficiente de manutenção, canal principal muito reto e baixo tempo de concentração.

No período de 1984 a 2022, ocorreu o crescimento da área de agropecuária, chegando a ocupar 82,29% da área da microbacia e 25,53% da área da zona ripária. O cenário atual (2022) pode comprometer a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos, e afetar negativamente a sustentabilidade da região, por esse motivo recomenda-se a adoção de medidas integradas para mitigar os impactos antrópicos, com destaque para a recomposição da vegetação nativa na zona ripária, inserção do componente florestal nos sistemas produtivos por meio de sistemas agroflorestais, agrossilvipastoris e/ou silvipastoris, e a adoção de práticas de manejo conservacionistas.

A utilização de indicadores biológicos ou bioindicadores como peixes e macroinvertebrados bentônicos pode ser uma alternativa relevante para a percepção de modificações antrópicas.

Por se tratar da região amazônica, também seria interessante a elaboração e execução de projetos relacionados ao crédito de carbono e o uso múltiplos das florestas (principalmente para produtos florestais não madeireiros), como fonte efetiva de recursos financeiros com a floresta em pé.

Agradecimentos

Os autores agradecem à equipe do grupo de pesquisa Geoprocessamento e Meio Ambiente (GEOMA) do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Referências

Alvares CA, Stape J L, Sentelhas PC, Gonçalves LM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6):711-728. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507

- 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 LB, Vendruscolo J, Santos Junior NRF, Cavalheiro WCS, Souza RFS, Fulan JÂ (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: 10.47820/recima21.v3i2.1184
- Beck HE, Zimmermann NE, McVicar TR, Vergopolan N, Alexis Berg A, Wood EF (2018) Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 5: 180214. doi: 10.1038/sdata.2018.214
- Beltrame AV (1994) *Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. Florianópolis: Editora UFSC, 111p.
- Bertoni J, Lombardi Neto F (2014) *Conservação do solo*. 9. ed. São Paulo-SP: Ícone, 392p.
- Boone NRV, Johem J, Anjos SP, Haus CS, Lima ACR, Oliveira JP, Vendruscolo J, Cavalheiro WCS, Rosa DM, 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 RM (2010) Altitudinal limits of 230 economic crop species in Papua New Guinea. In: Haberle SG, Stevenson J, Prebble M. (Eds). *Altered Ecologies: fire, climate and human influence on terrestrial landscapes*. Canberra: ANU E-Press, 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/12651.htm. Acesso em: 4 de fevereiro de 2022.
- Cavalheiro WCS, Vendruscolo J (2019) Importância de estudos em bacias hidrográficas para o manejo sustentável dos recursos hídricos em Rondônia. *Revista Geográfica Venezolana*, especial: 256-264.
- Cavalheiro WCS, Santos Junior NRF, Silva ES, Rodrigues ALB, Ferreira E, Vendruscolo J (2022) Antropogeomorfologia da microbacia do rio Terra Nova, Amazônia ocidental, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(1): e311039. doi: 10.47820/recima21.v3i1.1039.
- Christofoletti A (1980) *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo-SP: Edgard Blucher, 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.
- Duarte ML, Mendonça JF, Bonfati DC (2021) Dinâmica do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Pimenta, região sudeste do estado de Rondônia: avaliação e cenários futuros. *Sociedade e Território*, 33(1): 54-71.
- Fairfull S, Witheridge G (2003) *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. Sydney: NSW Fisheries, 14p.
- Ferreira GSL, Silva TMP, Ohana CC, Matos BC, Cavalheiro WCS, Araujo ECG, Fulan JÂ, Santos Junior NRF, Vendruscolo J (2022) Análise temporal e espacial da cobertura do solo na microbacia Rio do Gato, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(11): e3112238. doi: 10.47820/recima21.v3i11.2238
- Fietz CR, Comunello É, Cremon C, Dalacort TR, Pereira SB (2011) *Chuvas intensas no Estado de Mato Grosso*. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 117p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/915074/1/DOC2011104.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.
- Franca RR (2015) Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. *Revista Geografias*, 11(1): 44-58.
- Fritzsos E, Mantovani LE, Wrege MS (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
- Horton RE (1932) Drainage basin characteristics. *Transactions, American Geophysical Union*, 13(1): 350-361. doi: 10.1029/TR013i001p00350
- Höfig P, Araujo-Junior CF (2015) Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no estado do Paraná. *Coffee Science*, 10(2): 195-203.

- 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.
- Lepsch IF, Espíndola CR, Vischi Filho OJ, Hernani LC, Siqueira DS (2015) *Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 170p.
- Lima Júnior JC, Vieira WL, Macêdo KG, Souza SA, Nascimento FAL (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 JA (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.
- Montagnolli GP, Santos KC, Santos Junior NRF, Fulan JÂ, Rocha KJ, Tronco KMQ, Hara FAS, Ferreira KR, Souza EFM, Carneiro KAA, Silva GN, Vendruscolo J (2022) Análise hidrogeomorfológica e dinâmica de cobertura do solo da microbacia rio da Paca, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(10): e3102032. doi: 10.47820/recima21.v3i10.2032
- Moreto RF, Mira SF, Soares GS, Santos Junior NRF, Vendruscolo J, Cavalheiro WCS, Stachiw R, Rosa DM (2021) Potencial das geotecnologias para monitoramento do impacto da colonização na floresta nativa na microbacia do rio Enganado, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 12(7): e27588. doi: 10.47820/recima21.v2i7.588
- Moreto RF, Mira SF, Soares GS, Santos Junior NRF, Cavalheiro WCS, Vendruscolo J, Rosa DM (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/123456789/46149>. Acesso em: 26 nov. 2021.
- Oliveira AS, Santos Junior NRF, Cavalheiro WCS, Fulan JÂ, Hara FAS, Carneiro KAA, Ferreira KR, Silva ES, 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: 10.47820/recima21.v3i6.1493
- Oliveira RHR (1994) *A Reforma Agrária e suas implicações no processo de desenvolvimento do estado de Rondônia*. Dissertação, Fundação Getúlio Vargas, 154p.
- Pacheco FMP, Vendruscolo J, Ramos HF, Rodrigues AAM, Cavalheiro WCS, Hara FAS, Rocha KJ, Silva GN (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.
- Ribeiro L, Koproski LP, Stolle L, Lingnau C, Soares RV, Batista AC (2008) Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a Fazenda Experimental do Canguiri, Pinhais (PR). *Floresta*, 38(3): 561-572. doi: 10.5380/ufv.v38i3.12430
- Romero V, Formiga KTM, Marcuzzo FFN (2017) Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO. *Ciência e Natura*, 39(2): 320-340. doi: 10.5902/2179460X26411
- Santos AM, Targa MS, Batista GT, Dias NW (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: 10.4136/1980-993X
- Santos KC, Montagnolli GP, Santos Junior NRF, Fulan JÂ, Cavalheiro WCS, Silva GN, Rocha KJ, Vendruscolo J (2022) Características hidrogeomorfológicas e dinâmica temporal e espacial da ocupação do solo na microbacia do rio Jacarandá, município de Cabixi, Rondônia. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(9): e391892. doi: 10.47820/recima21.v3i9.1892
- Santos Junior NRF, Cavalheiro WCS, Scoti MSV, Tronco KMQ, Souza EFM, Rocha KJ, Hara FAS, Nagao EO, Rocha JDS, Fulan JÂ, Nascimento JMS, Vendruscolo J (2022a) Aplicação das geotecnologias para análise da paisagem da microbacia do rio Boa Sorte, Rondônia, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(4): e341343. doi: 10.47820/recima21.v3i4.1343
- Santos Junior NRF, Cavalheiro WCS, Souza EFM, Souza RFS, Fernandes IM, Fulan JÂ, Vendruscolo J (2022b) Análise hidrogeomorfológica e dinâmica de cobertura do solo da microbacia do rio Formoso, Amazônia ocidental, Brasil. *RECIMA21 - Revista*

Científica Multidisciplinar, 3(2): e321134. doi: 10.47820/recima21.v3i2.1134.

Santos Junior NRF, Fulan JÂ, Souza RFS, Cavalheiro WCS, Serrano AM, Borges MVV, Senna DS, Vendruscolo J, Souza EFM (2022c) Caracterização hidrogeomorfológica temporal da paisagem da microbacia do rio Jaçanã, Rondônia, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(3): e331242. doi: 10.47820/recima21.v3i3.1242

Santos RD, Lemos RC, Santos HG, Ker JC, Anjos LHC, Shimizu SH (2013) *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 102p.

SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (2002) *Atlas Geoambiental de Rondônia*. Porto Velho-RO: SEDAM, 141p.

Silva CJ, Sousa KNS, Ikeda-Castrillona SK, Lopes CRA, Nunes JRS, Carniello MA, Mariotti PR, Lazaro WL, Morini A, Zago BW, Façanha CL, Albernaz-Silveira R, Loureiro E, Viana IG, Oliveira RF, Cruz WJA, Arruda JC, Sander NL, Freitas Junior DS, Pinto VR, Lima AC, Jongmand RHG (2015) Biodiversity and its drivers and pressures of change in the wetlands of the Upper Paraguay-Guaporé Ecotone, Mato Grosso (Brazil). *Land Use Policy*, 47: 163-178. doi: 10.1016/j.landusepol.2015.04.004

Silva QD (2012) *Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão*. Tese, Universidade Estadual Paulista. 249p

Soares GS, Santos Júnior NRF, Mira SF, Moreto RF, Cavalheiro WCS, Vendruscolo J, Rosa DM (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 LR, Vidal MM, Ferraz SFB, Metzger JP (2015) Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos Avançados*, 29(84): 151-162. doi: 10.1590/S0103-40142015000200010

Targa MS, Batista GT, Diniz HD, Dias NW, Matos FC (2012) Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 7(2): 120-142. doi: 10.4136/1980-993X

Travassos FV, Santos Junior NRF, Cavalheiro WCS, Fulan JÂ, Hara FAS, Nagao EO, Carneiro KAA, Alves SRM, Baldeon JRM, Vendruscolo J (2022)

Hidrogeomorfometria e dinâmica de cobertura de solo da microbacia Pardal, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(5): e351472. doi: 10.47820/recima21.v3i5.1472

USGS – United States Geological Survey (2022) *USGS: Science for a changing world*. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs>. Acesso em: 16 ago. 2022.

Vannote RL, Minshall GW, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE (1980) The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 130-137. doi: 10.1139/f80-017

Vendruscolo J, Fulan JÂ, Carneiro KAA, Ferreira E, Rosell ECF, Souza EFM, Silva GN, Rocha KJ, Tronco KMQ, Santos Junior NRF (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: 10.47820/recima21.v3i11.2153

Vendruscolo J, Meira Filho WR, Santos Junior NRF, Cavalheiro WCS, Souza EFM, Nagao EO, Fulan JÂ (2021b) Análise da paisagem na microbacia Rio das Almas, Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 2(11): e211982. doi: 10.47820/recima21.v2i11.982

Vendruscolo J, Pacheco FMP, Ramos HF, Cavalheiro WCS, Rodrigues AAM (2020a) Hidrogeomorfometria da microbacia Alto Rio Escondido: informações para auxiliar o manejo dos recursos naturais na Amazônia ocidental. *Brazilian Journal of Development*, 6(3): 9709-9730. doi: 10.34117/bjdv6n3-011

Vendruscolo J, Pacheco FMP, Rodrigues AAM, Ramos HF, Rosa DM, Cavalheiro WCS (2020b) Características morfométricas da microbacia do Médio Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6(1): 565-585. doi: 10.34117/bjdv6n1-040

Vendruscolo J, Santos Junior NRF, Macedo TM, Donegá MVB, Fulan JÂ, Souza RFS, Cavalheiro WCS (2022b) Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura da terra na microbacia do rio Ariranha, Amazônia Ocidental, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(1): e311034. doi: 10.47820/recima21.v3i1.1034

Vendruscolo J, Santos Junior NRF, Nagao EO, Fulan JÂ, Macedo RS, Carneiro KAA, Cavalheiro WCS (2022a) Características da paisagem da microbacia do rio Tamanduá, Amazônia Ocidental, Brasil.

RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar,
3(4): e341387. doi: 10.47820/recima21.v3i4.1387

Vendruscolo J, Souza E, Ferreira KR, Cavalheiro WCS, Hara FAS (2021a) Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia Alto Rio Branco, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20): 1-21. Disponível em:
<https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 14 de julho de 2022.

Villela SM, Mattos A (1975) *Hidrologia aplicada*. São Paulo-SP: McGraw-Hill, 245p.