

Artigo

Aplicação de geotecnologias na caracterização hidrogeomorfo-métrica da microbacia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil

Rafael Souza da Silva¹, Antônio Igor Oliveira da Costa², Bruno Nascimento Barboza³, Daniel Dias Bastos⁴, Ulisses Ribeiro Teixeira⁵, Jhony Vendruscolo^{6,*}

Citação: Silva, R.S.; Costa, A.I.O.; Barboza, B.N.; Bastos, D.D.; Teixeira, U.R.; Vendruscolo, J. Aplicação de geotecnologias na caracterização hidrogeomorfo-métrica da microbacia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil. *RBCA*, 2024, 13, 1, p.18-33.

Editor de Seção: Francisco Adilson dos Santos Hara e Nilson Junior Nilson
Reinaldo Fernandes dos Santos Junior
Recebido: 12/05/2023
Aceito: 29/12/2023
Publicado: 29/04/2024

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



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

¹ Fundação Universidade Federal de Rondônia, Discente do curso de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, ORCID 0000-0002-0072-6536, rafaelsoza.agro@gmail.com

² Fundação Universidade Federal de Rondônia, Discente do curso de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, ORCID 0000-0003-2638-8093, antonioigor65@gmail.com

³ Fundação Universidade Federal de Rondônia, Discente do curso de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, ORCID 0000-0002-6945-011X, brunobarboza.agro@gmail.com

⁴ Fundação Universidade Federal de Rondônia, Discente do curso de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, ORCID 0009-0007-9843-9781, danieldiasbastosddb@gmail.com

⁵ Fundação Universidade Federal de Rondônia, Discente do curso de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil, ORCID 0009-0007-2310-4725, ulisses.rt01@gmail.com

⁶ 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

Resumo: Desenvolver pesquisas relacionadas às microbacias hidrográficas é o primeiro passo para identificar as potencialidades e limitações da região, e, conseqüentemente, selecionar as práticas de manejo conservacionista. Assim, objetivou-se com este trabalho, disponibilizar informações a respeito das características hidrogeomorfo-métricas da microbacia do rio Zé Veio. As informações foram obtidas com base em equações e geotecnologias. A microbacia tem área de 10,91 km², perímetro de 16,31 km, altitude média de 405 m, predominância do relevo suave ondulado (47,75%), 90,21% da área exerce baixa influência na propagação de incêndios, 91,29% da área é apta a extremamente apta para mecanização agrícola, padrão de drenagem dendrítico, hierarquia fluvial de 4^a ordem, 3,39 nascentes km⁻² (média), densidade de drenagem de 2,21 km km⁻² (alta), índice de sinuosidade de 14,65% (canal principal muito reto), coeficiente de manutenção de 452,1 m² m⁻¹ (médio) e tempo de concentração de 1,81 h (baixo). A microbacia do rio Zé Véio tem potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e florestais, contudo, é necessário adotar práticas de manejo conservacionistas, de forma integrada (vegetativa, edáfica e mecânica). Estas informações podem ser utilizadas nos planos de gestão ambiental da microbacia, visando o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Recursos hídricos; Planejamento ambiental; Sistema de informações Geográficas (SIG); Manejo de bacias hidrográficas.

Abstract: Carrying out research related to hydrographic microbasins is the first step towards identifying the potentialities and limitations of the region, and, consequently, selecting conservationist management practices. Thus, the objective of this work was to provide information about the hydrogeomorphometric characteristics of the Zé Veio river microbasin. The information was obtained based on equations and geotechnologies. The microbasin has an area of 10.91 km², a perimeter of

16.31 km, an average altitude of 405 m, a predominance of smooth-wavy relief (47.75%), 90.21% of the area has a low influence on the spread of fires, 91.29% of the area is apt to extremely apt for agricultural mechanization, dendritic drainage pattern, 4th order river hierarchy, 3.39 sources km⁻² (medium), drainage density of 2.21 km km⁻² (high), sinuosity index of 14.65% (main channel very straight), maintenance coefficient of 452.1 m² m⁻¹ (medium) and concentration time of 1.81 h (low). The Zé Véio river microbasin has potential for the development of agricultural and forestry activities, however, it is necessary to adopt conservationist management practices, in an integrated way (vegetative, edaphic and mechanical). This information can be used in the microbasin's environmental management plans, aiming at sustainable development.

Keywords: Water resources; Environmental planning; Geographic Information System (GIS); Microbasin management.

1. Introdução

A microbacia do rio Zé Véio está localizada no município de Alto Alegre dos Parecis, abrange 24 estabelecimentos agropecuários privados (INCRA, 2018), e pertence à sub-bacia do rio Branco e bacia do rio Guaporé. As principais práticas que consomem água na região desta microbacia estão associadas as atividades pecuárias, com destaque para o gado de corte, seguido de cultivos de café e piscicultura (IBGE, 2023a; IBGE, 2023b). Tendo em vista a importância socioeconômica e ambiental da microbacia, e a tendência de aumento da demanda hídrica no estado de Rondônia (VENDRUSCOLO *et al.*, 2019), são necessários estudos sobre as características hidrogeomorfológicas de sua paisagem para auxiliar no planejamento e gestão ambiental, e assim, reduzir os riscos de escassez hídrica na região.

As microbacias, por serem áreas de escalas relativamente menores quando comparadas com sub-bacias e bacias hidrográficas, possibilitam a realização de análises detalhadas da paisagem, logo, disponibilizam dados mais coerentes para elaboração de estratégias de manejos (CAVALHEIRO; VENDRUSCOLO, 2019). Além disso, as microbacias do Estado de Rondônia apresentam características distintas em suas paisagens que influenciam diretamente na seleção das práticas conservacionistas para cada uma dessas características (exemplo: plantio em contorno) (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021a).

A análise das características da paisagem em microbacias hidrográficas pode ser realizada por meio de geotecnologias, e além das vantagens relacionadas com o baixo custo financeiro e tempo relativamente curto para aquisição dos dados (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022a), também possibilita a coleta de dados em áreas que muitas vezes são inacessíveis e até de anos anteriores (CASTILHO *et al.*, 2015). Graças a estas características, as geotecnologias são frequentemente utilizadas na análise da paisagem em microbacias do estado de Rondônia (BARBOSA *et al.*, 2021; PARÉDIO *et al.*, 2021; SARAIVA *et al.*, 2021; BANDEIRA *et al.*, 2022).

Assim, objetivou-se com este trabalho, disponibilizar informações sobre as características hidrogeomorfológicas da microbacia do rio Zé Véio, para auxiliar na seleção de práticas conservacionistas e, conseqüentemente, no desenvolvimento sustentável da região.

2. Material e Métodos

2.1 Localização e características gerais da área de estudo

A microbacia do rio Zé Véio está inserida na sub-bacia do rio Branco e bacia do rio Guaporé, localizada no município de Alto Alegre dos Parecis (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), precipitações de 1.564,5 a 1.728,9 mm ano⁻¹, concentrada nos meses de novembro a março (FRANCA, 2015), litologia formada por

rochas ígnea e metamórficas (CPRM, 2021) e solos classificados como Latossolos Vermelhos eutróficos (SEDAM, 2002).

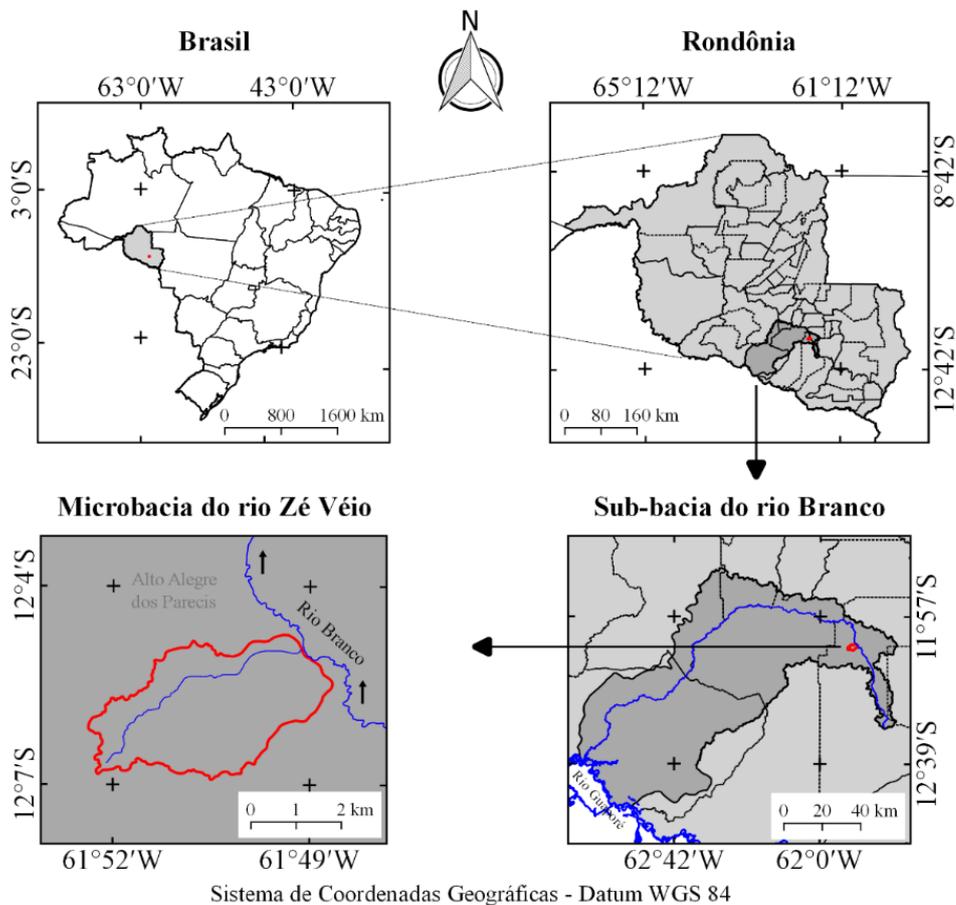


Figura 1. Localização da microbacia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil.

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 (CHRISTOFOLLETTI, 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 esta-	≥ 4
		ção de estiagem	
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: 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 Zé Véio tem área de 10,91 km² e perímetro de 16,31 km. O índice de circularidade é de 0,52 e denota uma microbacia com formato intermediário (Tabela 1). O fator de forma é de 0,31 e o coeficiente de compacidade é de 1,38, e ambos indicam uma microbacia não sujeita a enchente (Tabela 1). A classificação da ausência de suscetibilidade a enchentes é com base no ponto de vista geométrico, logo, para se obter uma análise mais completa é necessário considerar outros fatores que influenciam a formação de enchentes, com destaque para o tempo de concentração e o tipo de cobertura do solo.

3.2 Características topográficas

A microbacia do rio Zé Véio apresenta variação altimétrica de 376 a 451 m, com valor médio de 405 m e amplitude altimétrica de 75 m. De acordo com trabalho de Bourke (2010), nesta faixa de altitude são encontradas 70 espécies vegetais de interesse econômico: abacate (*Persea americana*), abacaxi (*Ananas comosus*), abóbora cheirosa (*Cucurbita moschata*), agrião (*Nasturtium officinale*), amendoim (*Arachis hypogaea*), arroz (*Oryza sativa*), banana (*Musa spp*), batata-doce (*Ipomoea batatas*), beterraba (*Beta vulgaris L.*), brócolis (*Brassica oleracea cv. Group Broccoli*), cacau (*Theobroma cacao*), café conilon (*Coffea 23uadrang var. robusta*), cajá manga (*Spondias dulcis Som*), caju (*Anacardium occidentale*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), capim cidreira (*Cymbopogon citratus*), cará (*Dioscorea 23uadrangu*), carambola (*Averrhoa carambola*), cenoura (*Daucus carota*), chuchu (*Sechium edule*), côco (*Cocos nucifera*), couve-flor (*Brassica oleracea cv. Group Cauliflower*), crotalária (*Crotalaria Micans*), dendê (*Elaeis 23uadrangul*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), feijão-guandú (*Cajanus cajan*), fruta pão (*Artocarpus altilis*), gengibre (*Zingiber officinale*), girassol (*Helianthus annuus*), goiaba (*Psidium guajava*), graviola (*Annona muricata*), hortelã-verde (*Mentha spicata*), inhame (*Dioscorea esculenta*), jaca (*Artocarpus heterophyllus*), jambo vermelho (*Syzygium malaccense*), lab-lab (*Lablab purpureus*), laranja (*Citrus sinensis*), leucena (*Leucaena leucocephala*), limão (*Citrus limon*), lima (*Citrus aurantifolia*), mamão (*Carica papaya*), mamona (*Ricinus communis*), mandioca (*Manihot esculenta*), manga (*Mangifera*

indica), maracujá-açu (*Passiflora 24uadrangulares*), maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), melância (*Citrullus lanatus*), melão (*Cucumis melo*), milho (*Zea mays*), pepino (*Cucumis sativus*), pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), pimenta longa (*Capsicum annuum* cv. Group Longum), pimena malagueta (*Capsicum frutescens*), pimentão (*Capsicum annuum* cv. Group Grossum), pinha (*Annona squamosa*), pitanga (*Eugenia uniflora*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), rabanete (*Raphanus sativus* cv. Group Small Radish), rambutã (*Nephelium lappaceum*), romã (*Punica granatum*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), soja (*Glycine max*), stylosanthes (*Stylosanthes humilis*), sumaúma (*Ceiba pentandra*), taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), tangerina (*Citrus reticulata*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), toranja (*Citrus paradisi*) e urucum (*Bixa orellana*). Portanto, a região tem grande potencial agropecuário.

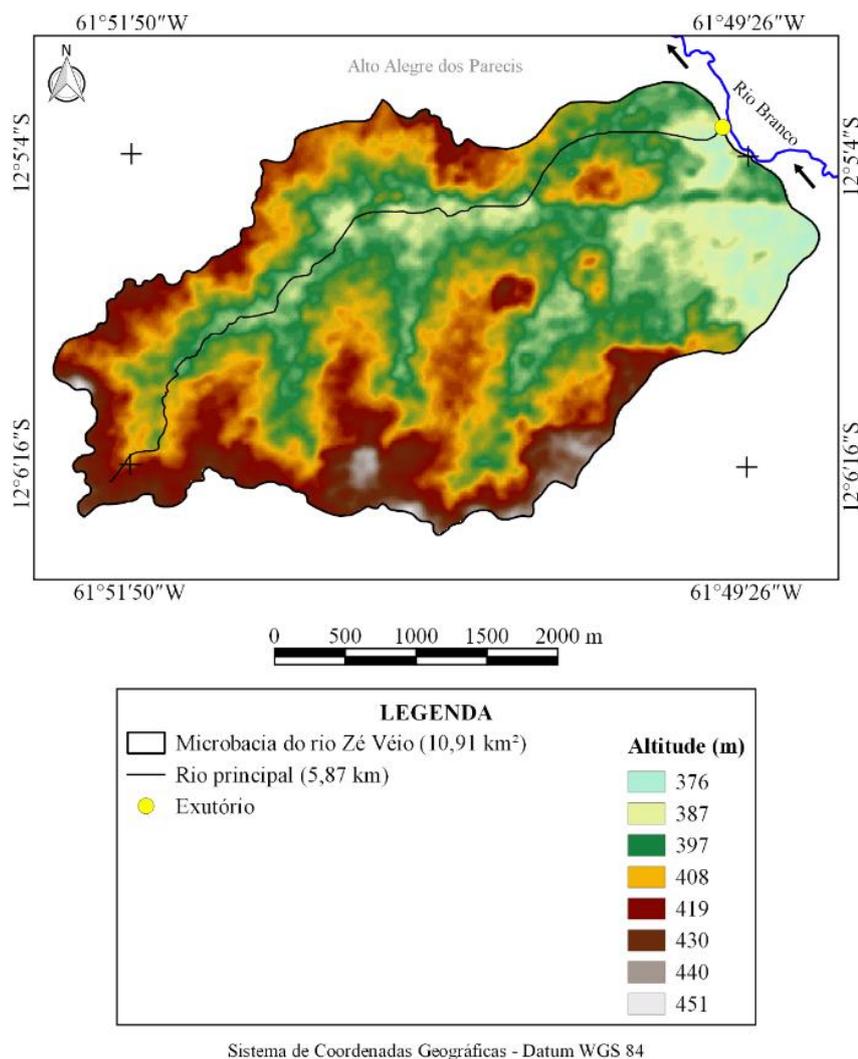


Figura 2. Altitude da microbacia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil.

A microbacia do rio Zé Véio tem declividades de 0 a 41%, e forma relevos planos a forte ondulados, no entanto, predominam as classes suave ondulado (47,76% da área total) e ondulado (34,28% da área total) (Figura 3).

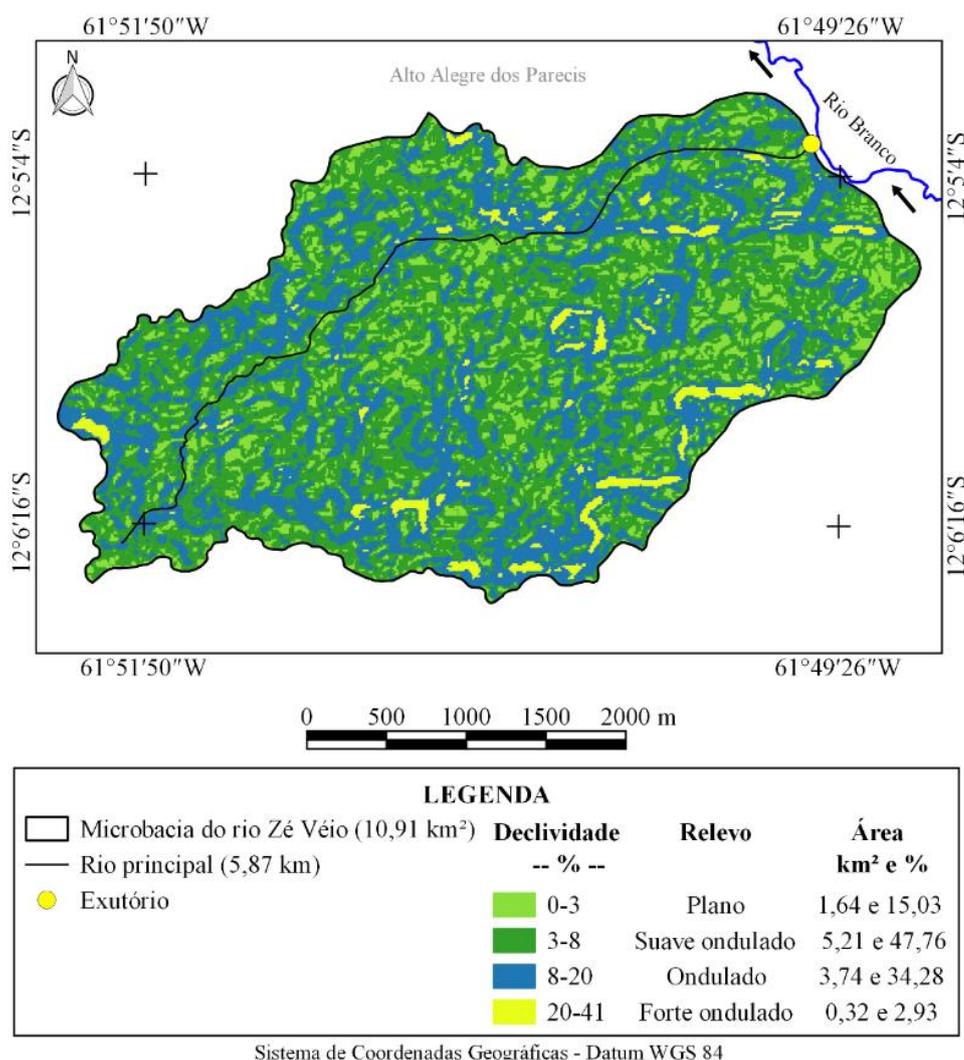


Figura 3. Relevo da microbasia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil.

Com a elevação da declividade ocorre o aumento da velocidade da água no escoamento superficial (LEPSCH *et al.*, 2015) e, conseqüentemente, maiores perdas de solo, água, matéria orgânica e nutrientes (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014). Portanto, são recomendadas práticas conservacionistas de acordo com cada classe de relevo (Tabela 4).

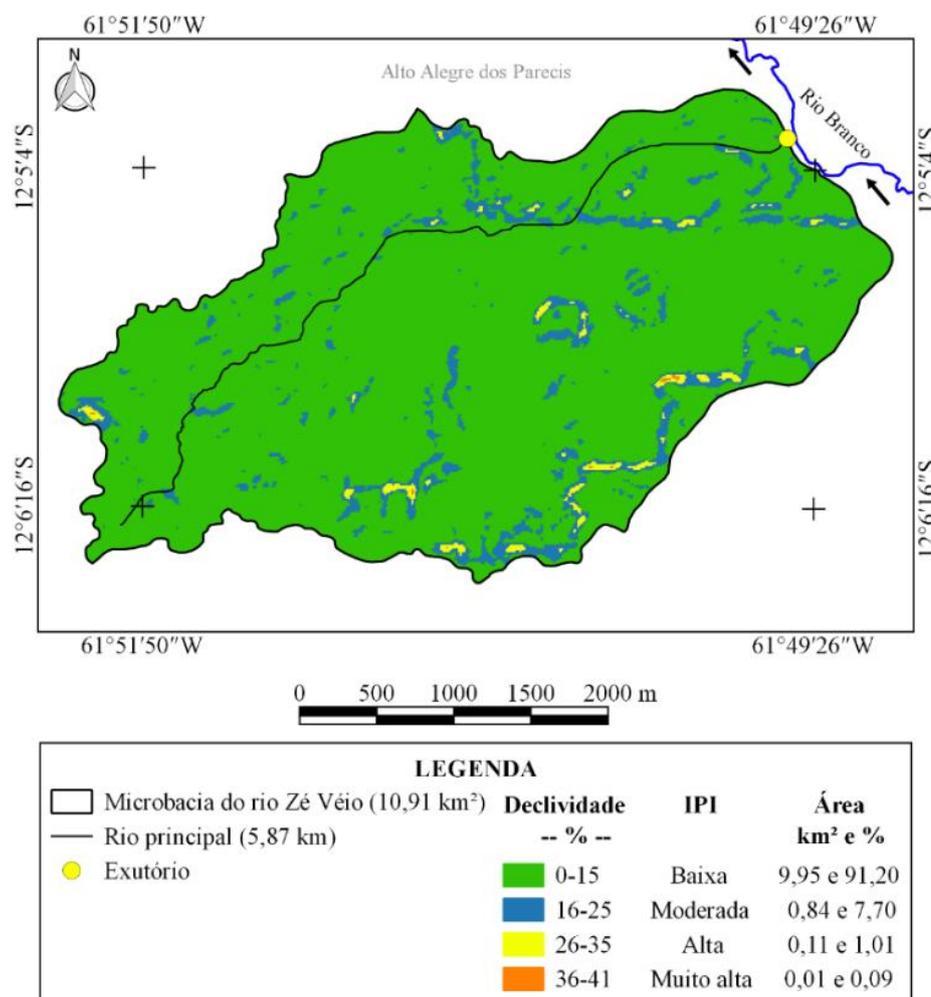
Tabela 4. Recomendação das práticas de manejo de acordo com o tipo de relevo na microbasia do rio Zé Véio.

Relevo	Declividade (%)	Práticas conservacionistas
Plano	0-3	Caráter vegetativo: manutenção da cobertura do solo, alternância de capinas e ceifa do mato. Caráter edáfico: Calagem*, adubação* e adubação verde. Caráter mecânico: plantio em contorno e terraceamento.
Suave ondulado	3-8	Caráter vegetativo: manutenção da cobertura do solo, alternância de capinas, ceifa do mato, cultivos em faixas e plantas de cobertura. Caráter edáfico: Calagem*, adubação* e adubação verde. Caráter mecânico: plantio em contorno e terraceamento.
Ondulado	8-20	Caráter vegetativo: manutenção da cobertura do solo, alternância de capinas, ceifa do mato, plantas de cobertura, cultivos em faixas e cor-

		dões de vegetação permanente. Caráter edáfico: Calagem*, adubação*, adubação verde, controle do fogo e distribuição racional dos caminhos. Caráter mecânico: plantio em contorno, terraceamento e distribuição racional dos caminhos.
Forte ondulado	20-41	Caráter vegetativo: manutenção da cobertura do solo, ceifa do mato, plantas de cobertura, cordões de vegetação permanente, pastagem e reflorestamento. Caráter edáfico: Calagem*, adubação*, adubação verde, controle do fogo e distribuição racional dos caminhos. Caráter mecânico: terraceamento e distribuição racional dos caminhos.

*Realizadas com base na análise de solo. Fonte: adaptado de Bertoni e Lombardi Neto (2014).

As declividades da microbacia do rio Zé Véio, proporcionam a formação de quatro classes de influência na propagação de incêndios, que variam de baixa a muito alta, contudo, predominam regiões com baixa influência (90,95% da área total) (Figura 4). Logo, a maior parte da área da microbacia tem baixa influência na propagação de incêndio. Apesar desta característica predominante, recomenda-se ações de prevenção, como a educação ambiental e construção de aceiros (RODRIGUES *et al.*, 2017), principalmente nas regiões com ventos fortes, habitações, armazéns e estruturas de alto valor econômico.



IPI = Influência na propagação de incêndios.

Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum WGS 84

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

A área de aptidão à mecanização agrícola na microbacia do rio Zé Véio abrange 97,02% da área total (moderadamente apta até extremamente apta) (Figura 5), portanto, é possível tecnificar o cultivo agrícola em quase toda sua extensão. Destaca-se também que 75,14% da área é classificada como muito apta a extremamente apta, ou seja, sem nenhum tipo de impedimento de locomoção para as máquinas agrícolas. Essas características são favoráveis para o cultivo mecanizado de várias espécies encontradas no estado de Rondônia, como banana, café, mandioca e “soja e milho”, as quais obtiveram produções anuais de 97.700, 150.000, 439.100 e 2.400.000 t, respectivamente (EMBRAPA, 2022). Já as demais áreas com baixa aptidão ou não aptas, podem ser utilizadas para o reflorestamento.

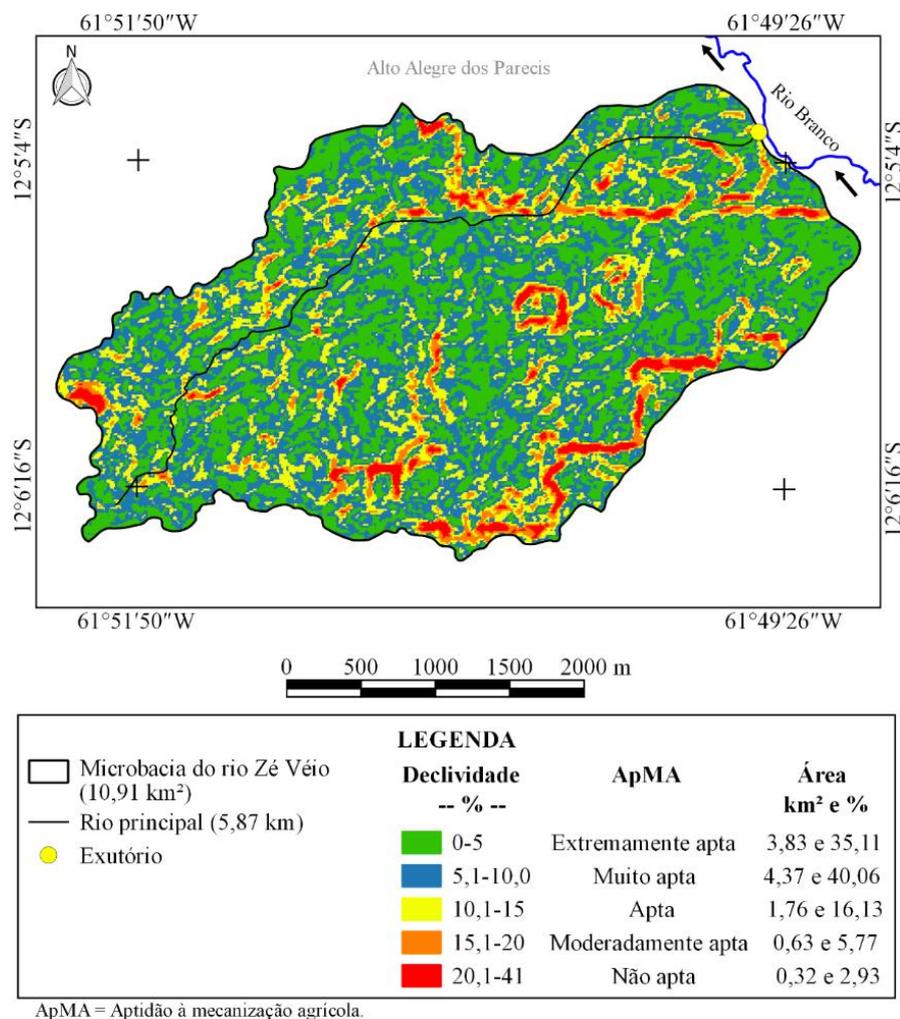


Figura 5. Aptidão à mecanização agrícola da microbacia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil.

3.3 Características hidrográficas

A microbacia tem rede de drenagem de 24,13 km de comprimento, rio principal de 5,87 km de comprimento, padrão de drenagem dendrítico (Figura 6), 37 nascentes (Figura 7), 3,39 nascentes km⁻², densidade de drenagem de 2,22 km km⁻², coeficiente de manutenção de 452,1 m² m⁻¹, índice e sinuosidade de 14,65% e tempo de concentração de 1,83 h.

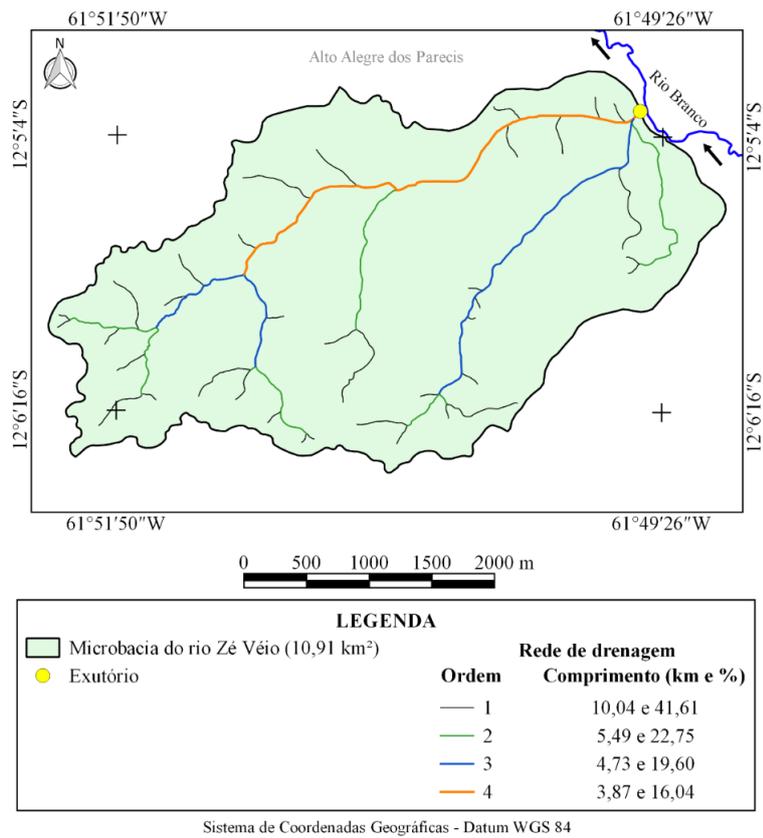


Figura 6. Rede e ordem de drenagem da microbacia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil.

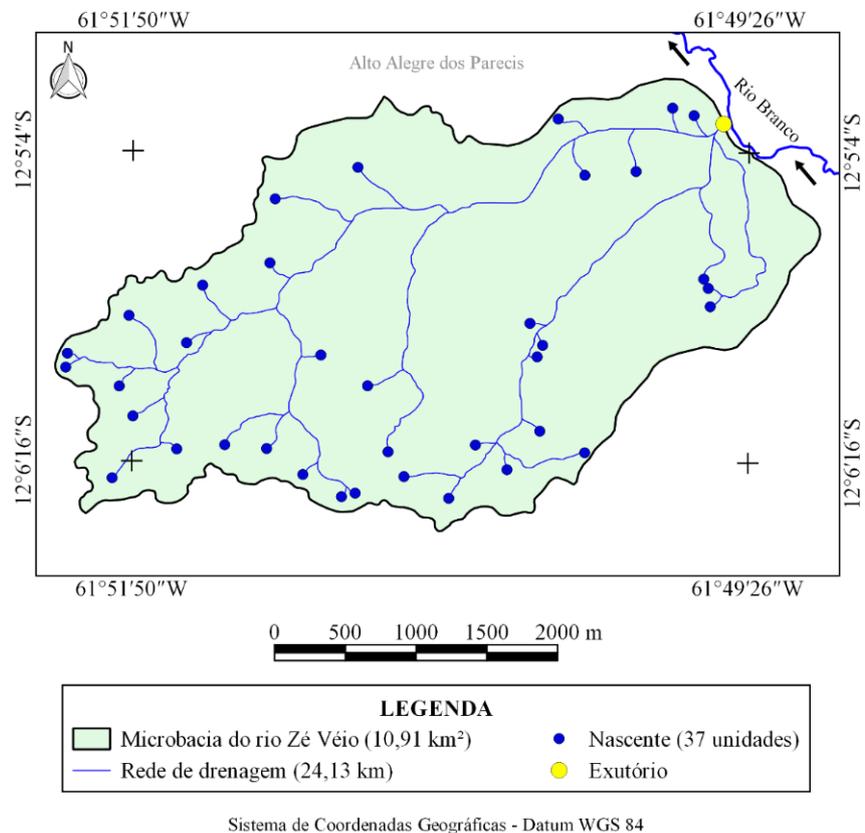


Figura 7. Distribuição espacial das nascentes na microbacia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil.

O padrão de drenagem dendrítico normalmente se forma quando o fluxo hídrico está sobre rochas homogêneas do ponto de vista horizontal (PARVIS, 1950), como é o caso das rochas ígneas e metamórficas da microbacia em estudo. Esse tipo de padrão denota boa distribuição espacial dos recursos hídricos na microbacia (Figura 6), e também pode ser observado nas microbacias dos rios Boa Sorte (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022a), Jaçanã (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022b), Cachara (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022), Jabuti (BANDEIRA *et al.*, 2022) e Tracajá (CAVALHEIRO *et al.*, 2022).

A hierarquia fluvial de 4ª ordem comprova a formação de rios pequenos à médios (Tabela 3). Os rios de 1ª ordem apresentam elevada probabilidade de secar no período de estiagem (improvável habitat de peixes). Os rios de 2ª ordem apresentam moderada probabilidade de secar durante o período de estiagem (baixas condições para habitação de peixes). Os rios de 3ª ordem apresentam baixa probabilidade de secar durante o período de estiagem (moderadas condições para habitação de peixes). E os rios de 4ª ordem apresentam improvável probabilidade de secar durante a estação de estiagem (elevadas condições para habitação de peixes). Logo, a construção de tanques de piscicultura e reservatórios para irrigação e dessedentação de animais, devem ser realizadas, preferencialmente, próximas aos rios de 4ª ordem.

As densidades de nascentes e drenagem são classificadas como médias. Esses resultados indicam que a microbacia Zé Véio tem média disponibilidade hídrica e média capacidade de drenagem da microbacia, e estão relacionados com a predominância de relevos com baixa declividade (planos a ondulados). Em estudo realizado por Anjos *et al.* (2021), constatou-se o aumento das densidades de nascentes (0,18, 0,41, 1,87 e 7,91 nascentes km⁻², para os relevos planos, suave ondulados, ondulados e forte ondulados, respectivamente) e drenagem (0,66, 0,83, 1,36 e 2,40 km km⁻², para os relevos planos, suave ondulados, ondulados e forte ondulados, respectivamente) com a elevação da declividade.

O coeficiente de manutenção da microbacia (452,1 m² m⁻¹) é considerado médio, quando comparado com outras microbacias pertencentes a sub-bacia do rio Branco, a exemplo das microbacias Menkaika (266,8 m² m⁻¹) (FERREIRA *et al.*, 2021), Nova Gease (345 m² m⁻¹) (PARÉDIO *et al.*, 2021), Deusdedit (534,5 m² m⁻¹) (SILVA *et al.*, 2021) e Alto Rio Branco (607,9 m² m⁻¹) (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021b).

O índice de sinuosidade (14,65%) confirma a formação de um canal muito reto. Esse tipo de canal geralmente se forma em regiões com elevado controle estrutural e/ou alta energia (CHEREM *et al.*, 2020). E essa característica indica que o canal principal tem pouca propensão para acumular sedimentos, e tende a ter alta velocidade do fluxo hídrico em relação a canais sinuosos com declividade equivalente.

O tempo de concentração é definido como o tempo necessário para a água precipitada se deslocar do ponto mais distante da microbacia até o exutório, e no caso da microbacia em estudo, este tempo é de 1,83 h. Neste caso, o tempo de concentração é considerado baixo, por haver chuvas recorrentes na região que ultrapassam facilmente a duração desse tempo (FIETZ *et al.*, 2011). Portanto, podem ocorrer enchentes de grandes magnitudes se houver escoamento superficial e o tempo da precipitação ultrapassar 1,83 h, visto que toda a área da microbacia estará contribuindo simultaneamente para a vazão do rio principal no ponto do exutório. Assim, recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas (Tabela 4) para favorecer a infiltração de água no solo e mitigar possíveis problemas associados a enchentes.

4. Conclusão

A microbacia do rio Zé Véio tem área de 10,91 km², perímetro de 16,31 km, forma intermediária, altitude média de 405 m, predominância de relevo suave ondulado (47,75%), 91,20% da área exerce baixa influência do relevo na propagação de incêndios, 91,29% da área classificada como apta a extremamente apta à mecanização agrícola, rede de drenagem de 24,13 km, padrão de drenagem dendrítico, 37 nascentes, 3,39 nascentes km⁻² (média), densidade de drenagem de 2,21 km km⁻² (alta), coeficiente de manutenção

de 452,1 m² m⁻¹ (médio), índice de sinuosidade de 14,65% (canal principal muito reto) e tempo de concentração de 1,83 h.

As características hidrogeomorfológicas da paisagem confirmam o grande potencial agrícola, pecuário e florestal da região. Para conciliar o crescimento econômico com a conservação dos recursos naturais, em prol do desenvolvimento sustentável, recomenda-se a adoção de práticas integradas de manejo conservacionista (caráter vegetativo, edáfico e mecânico).

As informações disponibilizadas por este trabalho, poderão ser utilizadas por diversos setores como subsídio nas práticas de gestão ambiental desta microbacia de estudo, visando a sua sustentabilidade.

Contribuições dos autores: Rafael Souza da Silva: Aquisição dos dados, interpretação e discussão dos resultados, revisão e formatação. Antônio Igor Oliveira da Costa: Aquisição dos dados, interpretação e discussão dos resultados, revisão e formatação. Bruno Nascimento Barboza: Aquisição dos dados, interpretação e discussão dos resultados, revisão e formatação. Daniel Dias Bastos: Aquisição dos dados, interpretação e discussão dos resultados, revisão e formatação. Ulisses Ribeiro Teixeira: Aquisição dos dados, interpretação e discussão dos resultados, revisão e formatação. Jhony Vendruscolo: Aquisição dos dados, interpretação e discussão dos resultados, revisão e formatação.

Agradecimentos: Agradecimento: O nome dessa microbacia é em homenagem ao ex-prefeito de Alta Floresta D'Oeste (1989-1992 e 1997-2000), José Pereira de Assis (popular Zé Véio), o qual contribuiu grandemente para o desenvolvimento do município, com destaque para a Infraestrutura e Educação, por meio da construção de boa parte dos escolas existentes no município, principalmente as localizadas na zona rural. Aos grupos de pesquisa de Geoprocessamento e Meio Ambiente (GE-OMA), 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. R., Haus, C. S., Boone, N. R. V., Johem, J., Lima, A. C. R., Oliveira, J. P., 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. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-19-2021>. Acesso em: 20 abr. 2022.
- 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>
- Barbosa, D. D., Cavalheiro, W. C. S., Santos Junior, N. R. F., Souza, R. F. S., & Vendruscolo, J. (2021). Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia Tambiú, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-23. Disponível em: www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Alexis Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 5, 180214. doi: <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- Beltrame, A. V. (1994). Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação. Editora UFSC, Florianópolis, 111p.
- Bertoni, J., & Lombardi Neto, F. (2014). Conservação do solo. Editora Ícone, São Paulo, 355p.

- 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.
- Castillo, E. M. D., Martin, A. G., Aladrén, L.A.L., & Luis, M. (2015). Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and landscape metrics in Moncayo Natural Park (Spain). *Revista Applied Geography*, 62, 247-255.
- Cavalheiro, W. C. S., Santos Júnior, N. R. F., Silva, E. S., Rodrigues, A. L. B., Ferreira, E., Souza, R. F. S., Fulan, J. A., Rodrigues, A. A. M., Fernandes, I. M., & Vendruscolo, J. (2022). Geoindicadores como ferramenta para análise dos processos antropogeomorfológicos na microbacia do rio Tracajá, Amazônia, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(3), e331194. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i3.1194>
- Cavalheiro, W. C. S., & Vendruscolo, J. (2019). Importância de estudos em bacias hidrográficas para o manejo sustentável dos recursos hídricos em Rondônia. *Revista Geográfica Venezolana, edição especial*, 256-264.
- Cherem, L. F. S., Faria, S. D., Zancopé, M. H. C., Sordi, M. V., Nunes, E. D., & Rosa, L. E. (2020). Análise morfométrica em bacias hidrográficas. In: Magalhães Júnior, A. P., & Barros, L. F. P. *Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Christofoletti, 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.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2022). *Informativo agropecuário de Rondônia*. Embrapa, Porto Velho, 36 p.
- Fairfull, S., & Witheridge, G. (2003). *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. NSW Fisheries, Sydney, 14p.
- Ferreira, K. R., Vendruscolo, J., Cavalheiro, W. C. S., & Rocha, J. D. S. (2021). Hidrogeomorfometria e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Menkaika, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*, 13(20), 1-22. Disponível em: www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- 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.
- Franca, R. R. (2015). Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. *Revista Geografias*, 11(1), 44-58.
- 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. *Censo agropecuário*. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/series-temporais>. Acesso em: 29 set. 2023.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2023b. *Produção agrícola municipal*. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 set. 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.
- Lepsch, I. F., Espindola, C. R., Vischi Filho, O. J., Hernani, L. C., & Siqueira, D. S. (2015). *Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 170p.

- Lima Júnior, J. C., Vieira, W. L., Macêdo, K. G., Souza, S. A., & Nascimento, F. A. L. (2012). Determinação das características morfo-métricas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada, Quixelô, CE. In: VII Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação - 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.
- Parédio, R. F., Silva, G. C., Barbosa, D. D., Barbosa, T. P., Cavalheiro, W. C. S., Santos Junior, N. R. F., Hara, F. A. S., Souza, R. F. S., & Vendruscolo, J. (2021). Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Nova Gease, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-23. Disponível em: www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Parvis, M. (1950). Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. *Photogrammetric Engineering*, 16, 387-408.
- 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>
- Rodrigues, A., Birckolz, C. J., Tetto, A. F., & Soares, R. V. (2017). Ocorrência de incêndios florestais no Parque Estadual de Vila Velha (Paraná, Brasil) e propostas de prevenção e combate. *Revista Espacios*, 38(43), 1-17.
- 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>
- 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. (2022b). 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., Scoti, M. S. V., Tronco, K. M. Q., Souza, E. F. M., Rocha, K. J., Hara, F. A. S., Nagao, E. O., Rocha, J. D. S., Fulan, J. Â., Nascimento, J. M. S., & Vendruscolo, J. (2022a). 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, 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.
- Saraiva, J. G., Pacheco, F. M. P., Panza, M. R., Lima M. M., Souza, T. W. S., Donegá, M. V. B., Cavalheiro, W. C. S., Hara, F. A. S., & Vendruscolo, J. (2021). Análise hidrogeomorfológica e índice de desmatamento da microbacia do rio Matrinxã, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-22. Disponível em: www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. (2002). Atlas Geoambiental de Rondônia. SEDAM, Porto Velho, 141p.
- Silva, A. F., Ferreira, K. R., Cavalheiro, W. C. S., Lima, A. C. R., Rocha, K. J., Rosell, E. C. F., & Vendruscolo, J. (2021b). Características da paisagem e dinâmica de desmatamento na microbacia do rio Deusdedit, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*, 13(20), 1-21. Disponível em: www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Silva, Q. D. (2012). Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão. Tese, Universidade Estadual Paulista. 249p

- 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>
- 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., Boone, N. R. V., Moreto, R. F., Santos Junior, N. R. R., Soares, G. S., Lima, A. C. R., Cavalheiro, W. C. S., Scotti, M. S. V., Maia, E., & Hara, F. A. S. (2021a). Características da paisagem da sub-bacia do rio Escondido, Amazônia sul-ocidental, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(3), e22210313253. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13253>
- 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. (2022). 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., Ferreira, K. R., Rodrigues, A. A. M., & Maia, E. (2019). Demanda hídrica na agropecuária do estado de Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil, período de 1988 a 2017. In: Ferronato, M. L., & Souza, E.F.M. Terra & Mata. Porto Velho-RO: Ação Ecológica Guaporé – Ecoporé, 115-132.
- Vendruscolo, J., Souza, E., Ferreira, K. R., Cavalheiro, W. C. S., & Hara, F. A. S. (2021b). Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia Alto Rio Branco, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*, 13(20), 1-21. Disponível em: www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Villela, S. M., & Mattos, A. (1975). *Hidrologia aplicada*. McGraw-Hill, São Paulo, 245p.