



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Hidrogeomorfometria e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil

Jhony Vendruscolo¹, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior², Emanuel Maia³, Gean Paulino Montagnolli⁴, Caroline Maia de Souza⁵, Marta Silvana Volpato Scotti⁶, João Marcelo Silva do Nascimento⁷, Karen Janones da Rocha⁸, Leticia Evelin Miranda Ferreira⁹, Kenia Michele de Quadros¹⁰, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro¹¹, Izaias Médice Fernandes¹²

¹ Professor Dr., Campus de Rolim de Moura, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Rondônia, Av. Norte Sul, nº 7300, CEP 76940-000, Rolim de Moura-RO. ORCID: 0000-0003-3043-0581. jhony@unir.br (autor correspondente); ² Mestre em Ciências Ambientais e Monitor Ambiental, BK Consultoria e Serviços LTDA – Fundação Florestal (Parque Estadual Furnas do Bom Jesus), Av. Orestes Quércia, km 0,7, CEP 14470-000, Pedregulho (SP). nilsonrfs.junior@gmail.com. ORCID: 0000-0001-8607-3689; ³ Professor Dr., Campus de Rolim de Moura, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Rondônia, Av. Norte Sul, nº 7300, CEP 76940-000, Rolim de Moura. emanuel@unir.br. ORCID: 0000-0002-5493-2183; ⁴ Mestrando do Programa de pós-graduação em Ciências Ambientais (PGCA) – UNIR, Av. Norte Sul, nº 7300, CEP 76940-000, Rolim de Moura. geanpaulinom@gmail.com. ORCID: 0000-0001-8724-5614; ⁵ Mestranda do Programa de pós-graduação em Ciências Ambientais (PGCA) – UNIR, Av. Norte Sul, nº 7300, CEP 76940-000, Rolim de Moura. carol.afa12@gmail.com. ORCID: 0000-0002-5701-3350; ⁶ Professora Dr^a, Campus de Frederico Westphalen, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, rua Sete de Setembro, s/n, CEP 98400-000, Frederico Westphalen – RS. marta.sccoti@ufsm.br. ORCID: 0000-0001-5979-3218; ⁷ Professor Dr., Campus de Rolim de Moura, Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Rondônia, Av. Norte Sul, nº 7300, CEP 76940-000, Rolim de Moura. jmarcelo@unir.br. ORCID: 0000-0001-6720-863X; ⁸ Professora Dr^a, Campus de Rolim de Moura, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Rondônia, Av. Norte Sul, nº 7300, CEP 76940-000, Rolim de Moura. karenrocha@unir.br. ORCID: 0000-0002-2165-3081; ⁹ Graduanda de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, Universidade Federal de Rondônia, Av. Norte Sul, nº 7300, CEP 76940-000, Rolim de Moura. leticiaevelinmiranda@gmail.com. ORCID: 0009-0004-8510-0496; ¹⁰ Professora Dr^a, Campus de Rolim de Moura, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Rondônia, Av. Norte Sul, nº 7300, CEP 76940-000, Rolim de Moura. kenia.tronco@unir.br. ORCID: 0000-0003-0873-9582; ¹¹ Mestre em Ciências Ambientais, Cavalheiro Engenharia Rural e Empresarial LTDA, Av. Vereador Edson Santana Mota, nº 6238, CEP 76940-000, Rolim de Moura. engflo.ro@gmail.com. ORCID: 0000-0003-1356-8511; ¹² Professor Dr., Campus de Rolim de Moura, Departamento de Educação do Campo, Universidade Federal de Rondônia, Av. Norte Sul, nº 7300, CEP 76940-000, Rolim de Moura. izaias.fernandes@unir.br. ORCID: 0000-0003-0402-2891.

Article received on 06/15/2024 and accepted on 03/31/2025

RESUMO

O uso múltiplo das águas é uma realidade na microbacia Saldanha, por conter 593 propriedades rurais e 2 Pequenas Centrais Hidrelétricas, ser um berçário natural da fauna aquática, e estar localizada a montante da Reserva Indígena Rio Branco e Reserva Biológica do Guaporé. Assim, objetivou-se com este trabalho disponibilizar informações sobre as características da paisagem na microbacia Saldanha, para auxiliar no planejamento e gestão dos recursos hídricos, evitar conflitos de uso da água e favorecer o desenvolvimento sustentável. As informações foram obtidas com geotecnologias. A microbacia tem 574,93 km², perímetro de 164,81 km, forma alongada, altitudes de 221 a 566 m, relevos planos a escarpados, regiões com aptidão à mecanização agrícola (80,07%), padrão de drenagem dendrítico, hierarquia fluvial de 7^a ordem, 3.326 nascentes, 5,79 nascentes km⁻², densidade de drenagem média, coeficiente de manutenção médio, rio principal divagante e tempo de concentração baixo. A dinâmica da cobertura do solo (1985 a 2022) revelou uma crescente redução da área de formação florestal na microbacia e na zona ripária, restando respectivamente, apenas 26,68% e 28,03% desta cobertura no último ano. Conclui-se que a microbacia tem elevado potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e geração de energia hidrelétrica, contudo, o aumento excessivo da agropecuária na microbacia e o avanço desta atividade na zona ripária compromete a disponibilidade de recursos hídricos e, consequentemente, o desenvolvimento sustentável da região. Assim, recomenda-se o uso integrado de práticas conservacionistas e outras ações para mitigar os impactos antrópicos nos recursos hídricos e reduzir os riscos de eventos extremos.

Palavras-chave: Geotecnologia, Características da paisagem, Seleção de práticas conservacionistas, Desenvolvimento sustentável.

Hydrogeomorphometry and dynamics of land cover in the Saldanha river microbasin, Western Amazon, Brazil

ABSTRACT

The multiple use of water is a reality in the Saldanha microbasin, as it contains 593 rural properties and 2 Small Hydroelectric Plants, serves as a natural nursery for aquatic fauna, and is located upstream of the Rio Branco Indigenous Reserve and the Guaporé Biological Reserve. Thus, the objective of this study was to provide information about the landscape characteristics of the Saldanha microbasin to support water resource planning and management, avoid water use conflicts, and promote sustainable development. We use geotechnologies. The microbasin has 574.93 km², perimeter of 164.81 km, an elongated shape, altitudes ranging from 221 to 566 m, flat to steep reliefs, areas apt for agricultural mechanization (80.07%), a dendritic drainage pattern, 7th-order stream hierarchy, 3,326 springs, 5.79 springs km⁻², medium drainage density, medium maintenance coefficient, a meandering main river, and a short concentration time. Land cover dynamics (1985 to 2022) revealed a continuous reduction in forest formation area in the microbasin and riparian zone, leaving only 26.68% and 28.03% of this coverage respectively in the last year. It is concluded that the microbasin has high potential for agricultural and livestock activities and hydroelectric energy generation; however, the excessive expansion of agriculture and livestock in the microbasin and its advance into the riparian zone compromise the availability of water resources and, consequently, the sustainable development of the region. Therefore, the integrated use of conservation practices and other actions is recommended to mitigate anthropogenic impacts on water resources and reduce the risks of extreme events.

Keywords: Geotechnology, Landscape characteristics, Selection of conservation practices, Sustainable development.

Introdução

A microbacia do rio Saldanha, também conhecido como rio Figueira, tem 593 estabelecimentos agropecuários privados (INCRA, 2018), 2 Pequenas Centrais Hidrelétricas, é um berçário natural da fauna aquática (Lei do Guaporé nº 2.508, 2011) e auxilia na manutenção dos recursos hídricos e biodiversidade da Reserva Indígena Rio Branco e da Reserva Biológica do Guaporé (Cavalheiro et al., 2021). Neste contexto, verifica-se a importância de conhecer as características hidrogeomorfológicas da paisagem da microbacia do rio Saldanha, assim como a dinâmica espacial e temporal da sua cobertura do solo, para entender o processo de uso e ocupação da região, identificar os impactos das atividades antrópicas nos recursos naturais e, se necessário, selecionar práticas conservacionistas para conciliar o desenvolvimento econômico, conservação dos recursos naturais e possibilitar boa qualidade de vida para a população.

As informações das características da paisagem da microbacia (hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo) podem ser obtidas com baixo custo financeiro, quando são utilizadas geotecnologias como sensoriamento remoto e geoprocessamento (Soares et al., 2019; Santos Junior et al., 2022). Essas geotecnologias também permitem a identificação das regiões com potencial agropecuário, a identificação de regiões prioritárias para a conservação dos recursos naturais, e a elaboração de mapas de altitude, relevo, influência na propagação de incêndios, aptidão à mecanização agrícola, solos, litologia, rede de drenagem, distribuição espacial das nascentes e dinâmica da cobertura do solo, facilitando a interpretação dos resultados e seleção de práticas conservacionistas

para cada setor da microbacia, tornando o planejamento e a gestão ambiental mais eficiente (Bandeira et al., 2022; Alves et al., 2024; Miranda et al., 2024; Santana et al., 2024).

A aquisição de informações sobre as características da paisagem da microbacia para o planejamento e gestão ambiental, também é importante para alcançar alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030. Dentre estes objetivos merecem destaque: Fome Zero e Agricultura Sustentável (ODS 2), Água Potável e Saneamento Básico (ODS 6), Energia Acessível e Limpa (ODS 7), Trabalho Decente e Crescimento Econômico (ODS 8), Ação Contra a Mudança Climática (ODS 13) e Vida Terrestre (ODS 15) (Agenda 2030, 2015).

Em face ao exposto, objetivou-se com este trabalho, disponibilizar informações sobre as características hidrogeomorfológicas e sobre a dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo da microbacia e zona ripária do rio Saldanha. E com base nessas informações, identificar os impactos das atividades antrópicas nos recursos naturais e, posteriormente, selecionar práticas conservacionistas em prol do desenvolvimento sustentável da região.

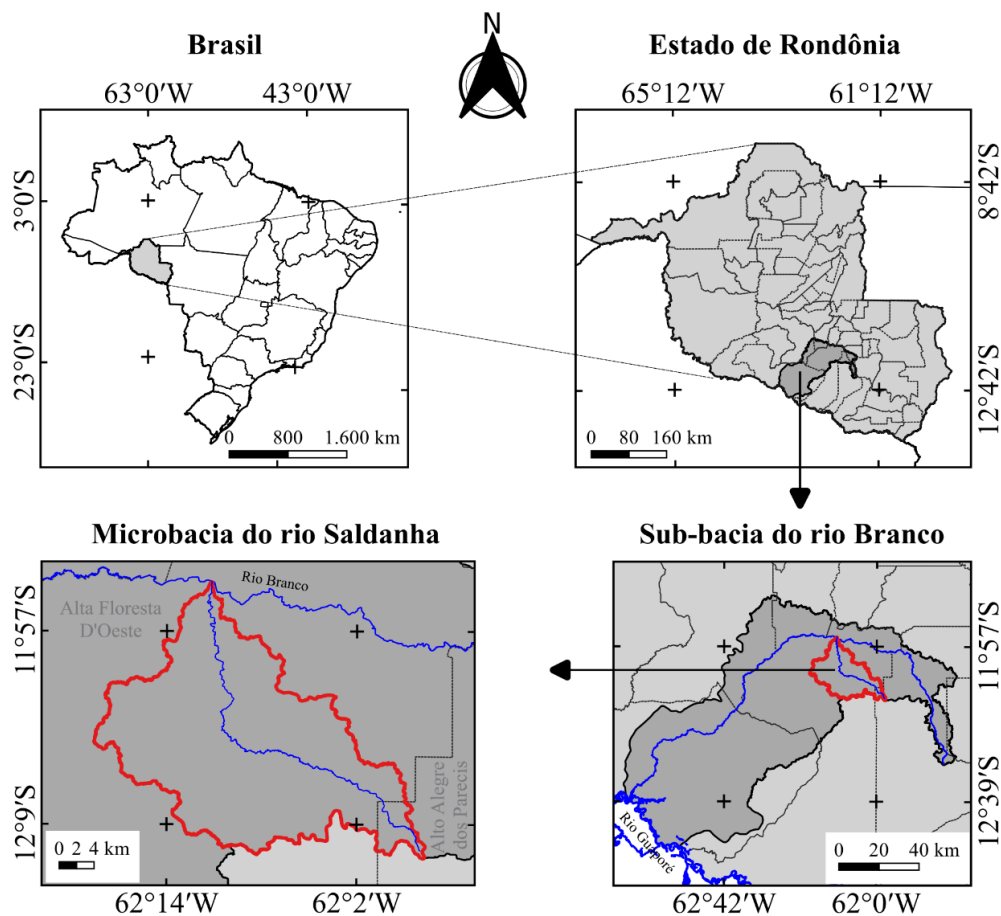
Material e métodos

Localização e características gerais

A área em estudo compreende a microbacia do rio Saldanha, localizada nos municípios de Alta Floresta D'Oeste (552,37 km²; 96,08% da área total) e Alto Alegre dos Parecis (22,56 km²; 3,92% da área total), estado de Rondônia, e pertence a sub-bacia do rio Branco e

bacia hidrográfica do rio Guaporé (Figura 1). Na região o clima é do tipo Tropical com inverno seco (Aw) (Beck et al., 2018). As temperaturas médias estão entre 24 e 26°C (Alvares et al., 2013). Já a

precipitação média anual varia de 1.564,5 a 1.843,7 mm, com ocorrência principalmente nos meses de novembro a março (Franca, 2015).



Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum WGS 84

Figura 1. Localização da microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

Metodologia para identificação e análise das características da paisagem

A identificação e a análise das características da paisagem tiveram como base os parâmetros geométricos, topográficos, hidrográficos e da cobertura do solo. Para a coleta de dados quantitativos foram utilizados os softwares QGIS 3.28.11 (versão Firenze), QGIS 2.10.1 (versão Pisa) e Google Earth, imagem altimétrica do satélite Alos (ASF, 2017) e do projeto MapBiomass (Souza Junior et al., 2020; Projeto MapBiomass, 2023), e equações. A metodologia foi executada no decorrer de seis fases, a saber:

1ª Fase – Identificação, análise e interpretação das características geométricas

Os parâmetros geométricos são compostos por área, perímetro, fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade. Inicialmente foi extraída a delimitação da microbacia de forma automática com base nos dados altimétricos, utilizando sequencialmente as ferramentas remover depressões “r.fill.dir”, extrair o fluxo acumulado, direção de fluxo e rede de drenagem “r.watershed”, extrair microbacia “r.water.outlet” e poligonizar a microbacia “raster para vetor”. Posteriormente, a delimitação da microbacia foi ajustada manualmente no Google Earth Pro, com a ferramenta “editar polígono”, considerando a distribuição espacial da rede

hidrográfica e os divisores de água, salva em formato KML, e convertida para o formato Geopackage no software QGIS. Em seguida, foi calculado a área e o perímetro da microbacia por meio da ferramenta “Calculadora de campo”.

De posse da área da microbacia e do comprimento do perímetro, foram mensurados o fator de forma (Equação 1) (Horton, 1932), índice de circularidade (Equação 2) (Miller, 1953) e coeficiente de compacidade (Equação 3) (Horton, 1932). Posteriormente, foram classificados quanto a forma da microbacia e suscetibilidade a enchentes (Tabela 1).

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

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

$$Kc = \frac{P}{2 \times (\sqrt{\pi} \times A)} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: F = fator de forma; A = área da microbacia (km²); L = comprimento do eixo da microbacia (km); Ic = índice de circularidade; P = perímetro da microbacia (km); Kc = coeficiente de compacidade.

Tabela 1. Classificação do fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade.

Parâmetro	Limite	Classe
Fator de forma ¹	< 0,50	Não sujeito a inundações
	0,50 – 0,75	Tendência média a inundações
	0,76 – 1,00	Sujeito a inundações
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 inundações
	1,26 – 1,50	Tendência média a inundações
	> 1,50	Não sujeito a inundações

Fonte: ¹Lima et al. (2013); ²Silva (2012).

2ª Fase – Identificação, análise e interpretação das características topográficas

As características topográficas são compostas pela altitude e declividade, sendo que a declividade foi utilizada para obter informações sobre o relevo, a influência na propagação de

incêndios e a aptidão à mecanização agrícola (Tabela 2). A altitude mínima e a altitude máxima foram obtidas da imagem altimétrica, enquanto a altitude média foi calculada com a ferramenta “estatística por zona”. A declividade foi calculada com base na altitude, utilizando a ferramenta “declividade”.

Tabela 2. Classificação da influência 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	75-102
Influência a 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: ¹Lemos e Santos (1996); ²Ribeiro et al. (2008); ³Höfig & Araújo-Júnior (2015).

3ª Fase – Identificação, análise e interpretação das características hidrográficas

As características hidrográficas são formadas pelo padrão de drenagem, densidade de nascentes, densidade da drenagem, coeficiente de manutenção, índice de sinuosidade e tempo de concentração. Inicialmente foram extraídos os rios com a ferramenta “adicionar caminho” do software Google Earth Pro. Os rios foram salvos em formato KML, convertidos para o formato GeoPackage e unidos no software QGIS, com a ferramenta “Aderência” para formar a rede de drenagem. Em seguida, foi identificado o padrão de drenagem, comparando a distribuição espacial da rede de drenagem com dados de Parvis (1950), classificado a ordem dos rios com a ferramenta “Strahler” e extraídas as nascentes com a ferramenta “Stream feature extractor”. Posteriormente, foram calculados a densidade de nascentes (Equação 4) (Santos et al., 2012), a densidade da drenagem (Equação 5) (Horton, 1932), o coeficiente de manutenção (Equação 6) (Santos et al., 2012), o índice de sinuosidade (Equação 7) (Mueller, 1968) e o tempo de concentração (Equação 8) (Kirpich, 1940). E por fim, foram classificados a ordem dos

rios, a densidade de nascentes, a densidade de drenagem e o índice de sinuosidade (Tabela 3).

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

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

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

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

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

Onde: Dn = densidade de nascentes (nascentes km⁻²); N = número de nascentes; A = área da microbacia (km²); Dd = densidade de drenagem (km km⁻²); LT = comprimento total da rede de drenagem (km); Cm = coeficiente de manutenção (m² m⁻¹); Is = índice de sinuosidade (%); L = comprimento do canal principal (km); Dv = distância vetorial do canal principal (km); Tc = tempo de concentração (minutos); H = desnível entre a parte mais elevada e a seção de controle (m).

Tabela 3. Classificação da ordem dos rios, densidade de nascentes, densidade de drenagem, índice de sinuosidade e coeficiente de manutenção.

Parâmetro	Unidade	Classe	Limite
Ordem dos rios ¹	Unidades	1-3	Rios pequenos
		4-6	Rios médios
		> 6	Rios grandes
Ordem dos rios ²	Unidades	Improvável habitat de peixes	1
		Baixas condições para habitação	2
		Moderadas condições para habitação	3
		Elevadas condições para habitação	≥ 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	Muito baixa	≤ 0,95
		Baixa	0,96-2,31
		Média	2,32-3,67
		Alta	3,68-5,02
		Muito alta	5,03-6,37
		Extremamente alta	≥ 6,38
Índice de sinuosidade ⁵	%	Muito reto	< 20
		Reto	20-29
		Divagante	30-39
		Sinuoso	40-50
		Muito sinuoso	> 50

Coeficiente de manutenção ⁴	$m^2 m^{-1}$	Muito baixo	≤ 200
		Baixo	201-400
		Médio	401-600
		Alto	601-800
		Muito alto	801-1.000
		Extremamente alto	> 1.000

Fonte: ¹Vannote et al. (1980); ²Adaptado de Fairfull, S., Witheridge, G. (2003); ³Lollo (1995); ⁴Adaptado de Santos Junior et al. (2021a) e Vendruscolo et al. (2021a); ⁵Romero, Formiga & Marcuzzo (2017).

4ª Fase – Características litológicas e pedológicas

As características litológicas e pedológicas são importantes para entender as outras características da paisagem e, selecionar as práticas conservacionistas e ações necessárias ao desenvolvimento sustentável da região, por esse motivo também foram consideradas nesse estudo. Essas informações foram obtidas da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2018) e da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM, 2002).

5ª Fase - Análise da dinâmica da cobertura do solo

Para a análise da dinâmica espacial de cobertura do solo foram utilizadas as áreas da microbacia e da zona ripária. Para a delimitação da zona ripária foi utilizada a ferramenta “Buffer”, considerando 50 m de raio nas nascentes, uma faixa de 50 m de cada lado dos rios com largura de 10 m a 50 m, uma faixa de 30 m de cada lado dos rios menores do que 10 m de largura, e 30 m no entorno do reservatório utilizado para geração de energia elétrica (Lei nº 12.651, 2012). É importante ressaltar que as áreas consolidadas não foram consideradas para delimitação da zona ripária, por reduzirem a faixa de proteção dos recursos hídricos e comprometer a sua conservação (Tambosi et al., 2015), e, consequentemente, o desenvolvimento sustentável. E para a análise da dinâmica temporal foram utilizadas imagens registradas nos anos de 1985, 1998, 2008 e 2022.

6ª Etapa: Elaboração dos mapas

O mapeamento das características da paisagem auxilia na interpretação dos resultados e na seleção de estratégias de manejo dos recursos naturais. Assim, foram elaborados os mapas de altitude, relevo, influência na propagação de incêndios, aptidão à mecanização agrícola, rede e ordem de drenagem, distribuição espacial das

nascentes, dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo na microbacia e na zona ripária.

Resultados e discussão

Características geométricas

As características geométricas denotam que a microbacia do rio Saldanha tem área de 574,93 km², perímetro de 164,81 km, fator de forma de 0,14, índice de circularidade de 0,27 e coeficiente de compacidade de 1,92. As características geométricas confirmam a formação de uma microbacia com formato alongado e não suscetível a formação de enchentes (Tabela 1), em condições de cobertura do solo com vegetação nativa.

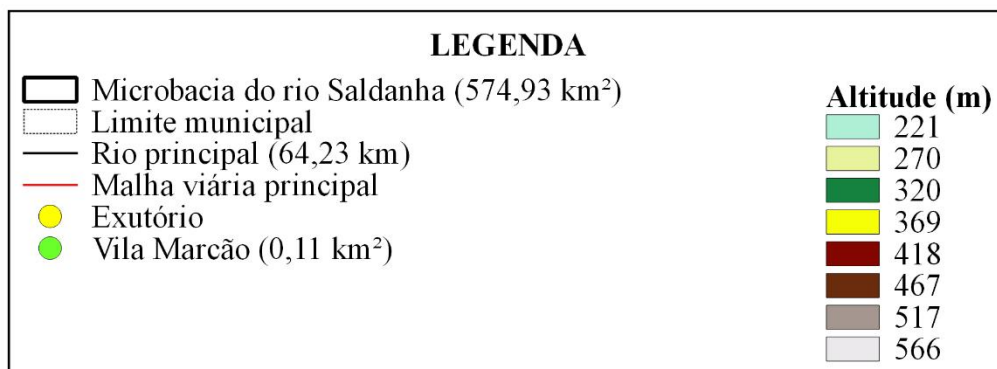
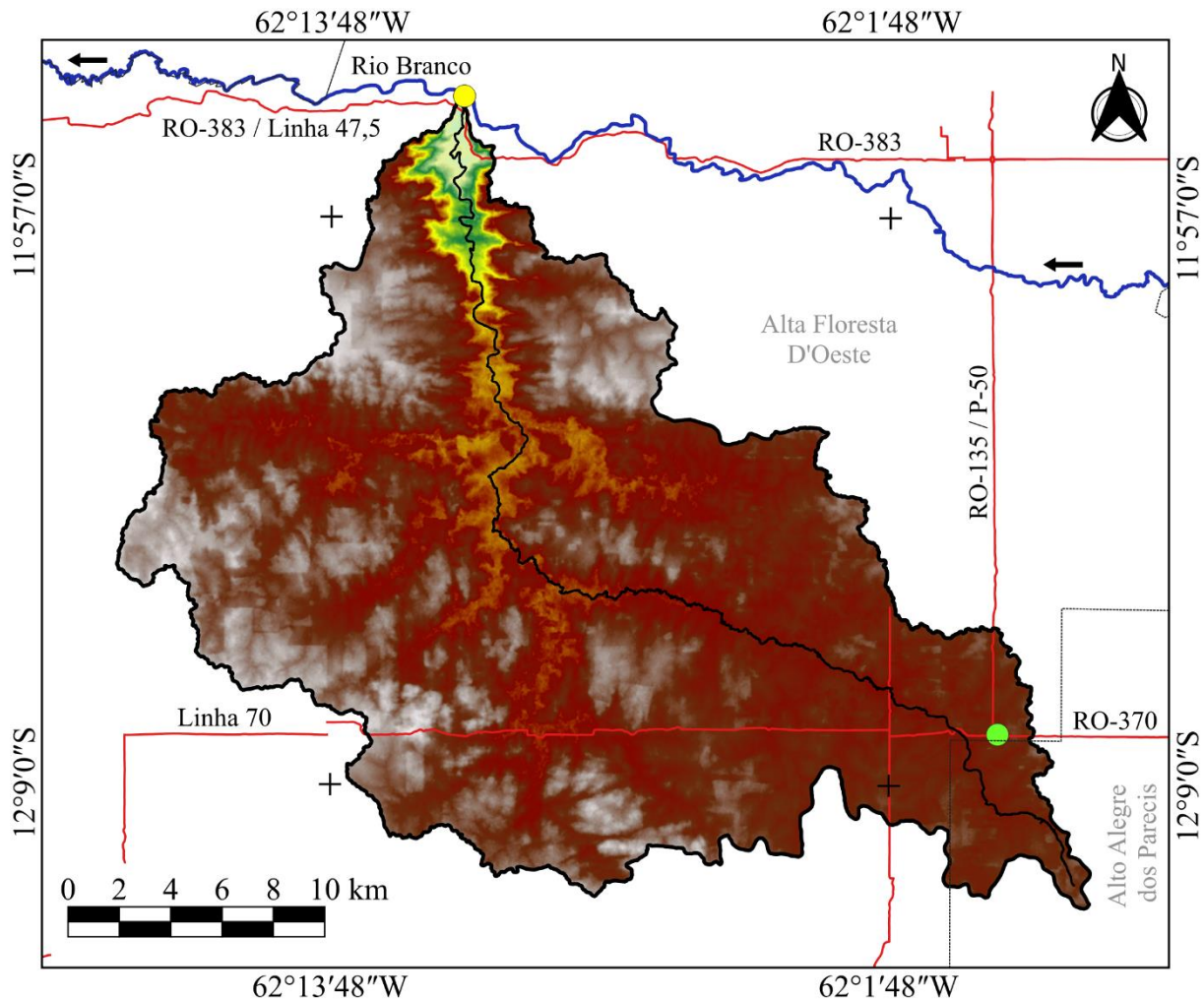
Características topográficas

Os valores de altitude variam de 221 m a 566 m, com média de 460 m e amplitude altimétrica de 345 m (Figura 2). Nesta faixa de altitude são encontradas mais de 30 espécies vegetais de interesse econômico arroz (*Oryza sativa*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*), urucum (*Bixa orellana*), abóbora-cheirosa (*Cucurbita moschata*), amendoim (*Arachis hypogaea*), gengibre (*Zingiber officinale*), batata-doce (*Ipomoea batatas*), inhame (*Dioscorea esculenta*), cará (*Dioscorea alata*), mandioca (*Manihot esculenta*), mamão (*Carica papaya*), manga (*Mangifera indica*), laranja (*Citrus sinensis*), limão (*Citrus limon*), pinha (*Annona squamosa*), graviola (*Annona muricata*), pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), melão (*Cucumis melo*), melancia (*Citrullus lanatus*), cacau (*Theobroma cacao*), sumaúma (*Ceiba pentandra*), pepino (*Cucumis sativus*), chuchu (*Sechium edule*), cenoura (*Daucus carota*), coco (*Cocos nucifera*), banana (*Musa cvs*), abacaxi (*Ananas comosus*), abacate (*Persea americana*), alface (*Lactuca sativa*), seringueira (*Hevea brasiliensis*) e café (*Coffea canephora* var. *robusta*) (Bourke, 2010). Logo, há grande potencial para diversificação da

fonte de renda na região e, portanto, para a estabilidade econômica das propriedades rurais.

Os sistemas de policultivo apresentam muitas vantagens em relação ao sistema de monocultivo, contudo, merece destaque a diversificação de produtos e, conseqüentemente, de fonte de renda. Esse fator é essencial para a manutenção da estabilidade financeira nas

propriedades rurais, uma vez que, existe a variação dos valores de mercado para os produtos, e a diversificação de produtos permite ao produtor maior flexibilidade com relação ao melhor momento para negociar a seu favor.



Altitude média = 460 m.

Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum WGS 84

Figura 2. Altitude da microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

As declividades variam de 0 a 102%, formando relevos planos a escarpados, com predominâncias de relevos ondulado (40,43%), suave ondulado (39,32%) e plano (10,52%) (Figura 3). Este parâmetro está relacionado com a taxa de infiltração de água no solo e com a velocidade do escoamento superficial, sendo observado a redução da taxa e o aumento da velocidade à medida que o relevo passa de plano para escarpado. Portanto, é

recomendado a adoção de práticas conservacionistas específicas para cada classe de relevo (Tabela 4), e devem ser utilizadas de forma integrada para minimizar as perdas de solo, água, matéria orgânica e nutrientes, principalmente nos relevos mais íngremes (forte ondulado a escarpado).

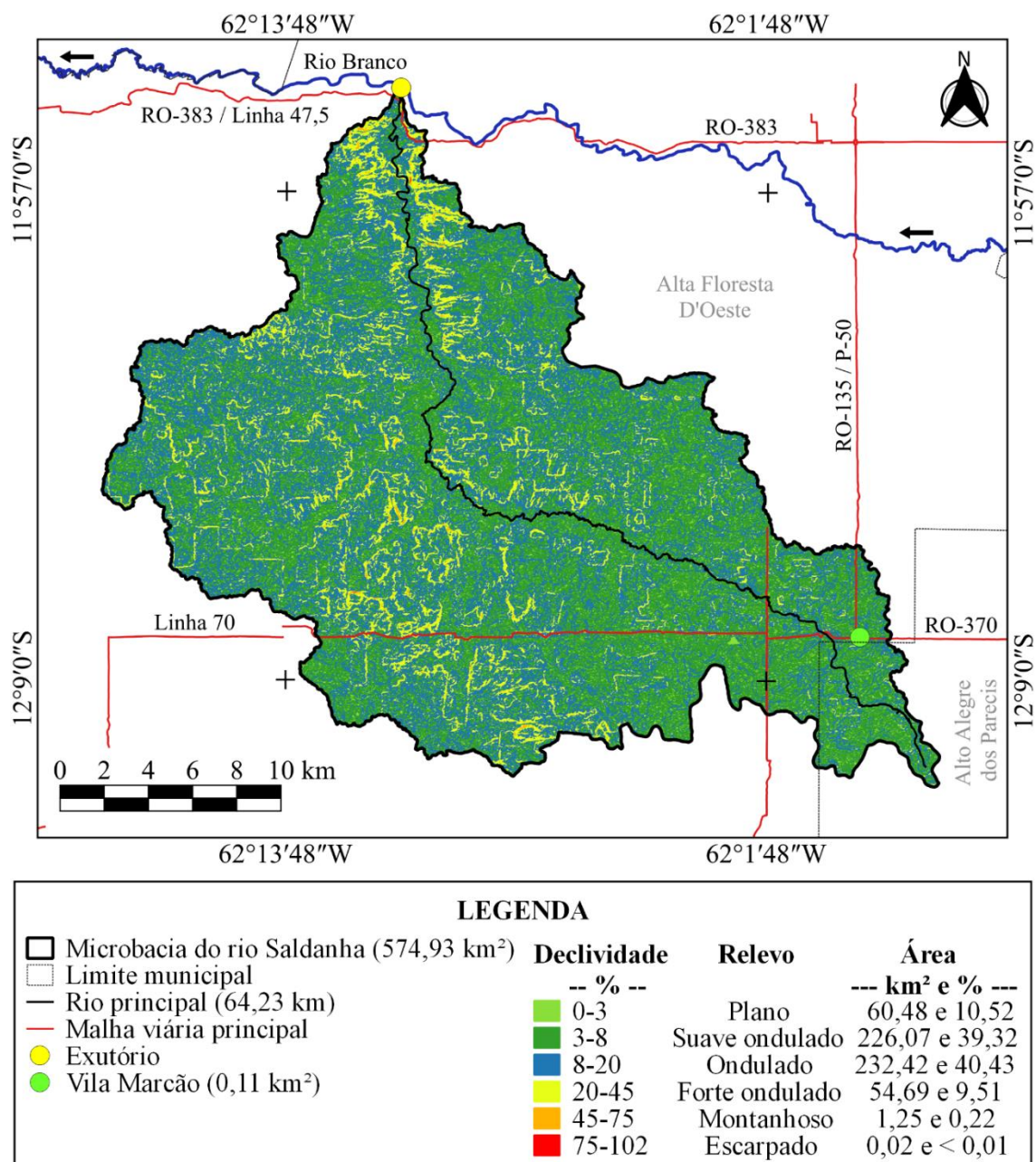


Figura 3. Relevo da microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 4. Práticas conservacionistas recomendadas para cada classe de relevo na microbacia do rio Saldanha.

Relevo	Prática conservacionista
Plano e suave ondulado	CF, CVP, AC, CM, CBM, AD, CA, DRC, PC e TE
Ondulado	CF, CVP, AC, CM, CBM, AD, CA, DRC, CF, PCO, PC e TE
Forte ondulado	MFN, PA, REF, AD, CA, CF, DRC, PC e TE
Montanhoso e escarpado	MFN, REF, CF, AD e CA

CF = Culturas em faixa; CVP = cordões de vegetação permanente; AC = alternância de capinas; CM = ceifa do mato; CBM = cobertura morta; AD = adubação; CA = calagem; DRC = distribuição racional dos caminhos; PC = plantio em contorno; TE = terraceamento; CF = controle do fogo; PCO = plantas de cobertura; MFN = manutenção da floresta nativa; PA = pastagem; REF = reflorestamento. A adubação e a calagem devem ser realizadas com base na análise de solo.

Na microbacia existem regiões distintas com relação ao nível de influência na propagação de incêndio, variando de baixa a extremamente

alta, com destaque para as classes baixa, moderada e alta, por abrangerem 80,07%, 15,07% e 3,76% da área total, respectivamente (Figura 4).

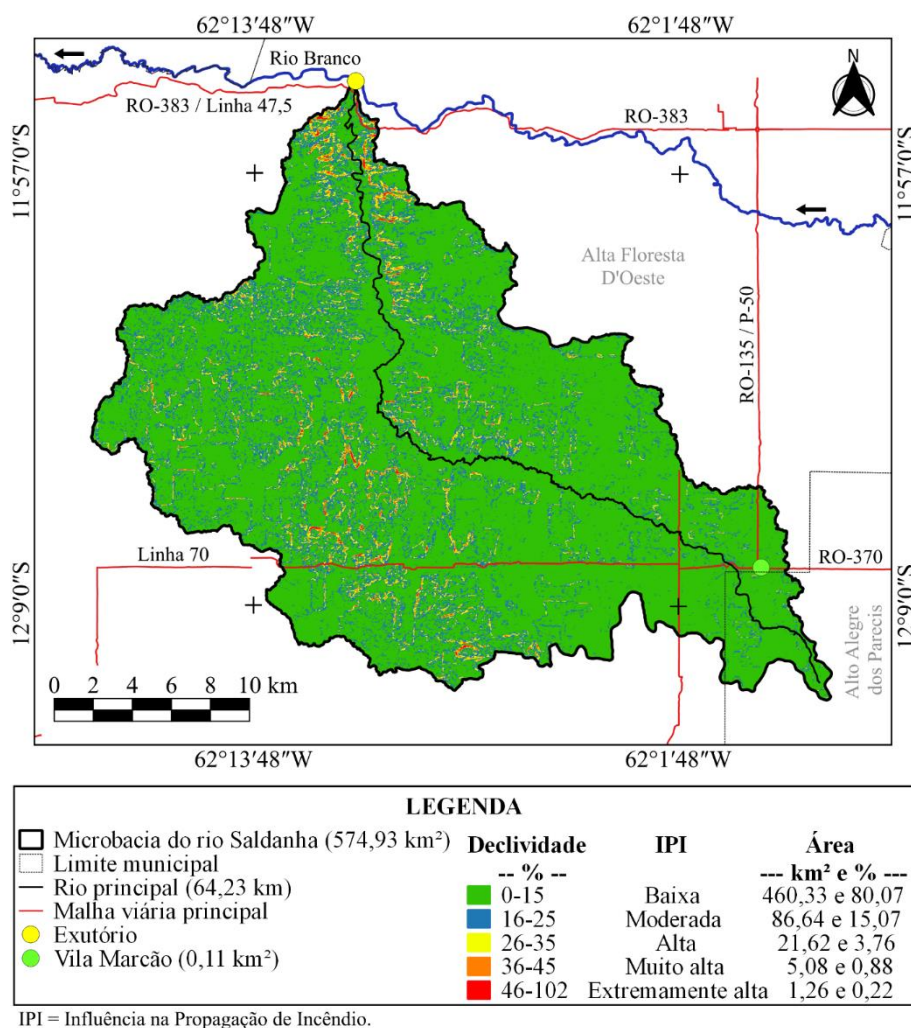


Figura 4. Influência na propagação de incêndio na microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

A predominância de regiões com baixa influência na propagação de incêndios (80,07%) é uma característica desejada nos estabelecimentos agropecuários privados, por haver menor risco de

perdas de produção, plantios, rebanhos e estruturas físicas como cercas e currais.

Além da inclinação do terreno, existem outros fatores que influenciam na propagação de

incêndios, merecendo destaque o tipo e o volume de material inflamável, e a velocidade do vento. Quanto maiores forem a inflamabilidade e volume de material inflamável, e a velocidade do vento, mais rápido é a propagação de incêndios (Souza e Vale, 2019). Em face ao exposto recomenda-se medidas preventivas em toda a microbacia, mas principalmente nas regiões que exercem moderada a extremamente alta influência na propagação de incêndios (Figura 4).

Com relação as medidas preventivas de combate a formação e propagação de incêndios são recomendadas: i) campanhas educativas, envolvendo os perigos dos incêndios e as formas de evitá-los; ii) treinamento da equipe do corpo de bombeiros; iii) construção e manutenção de aceiros; iv) manutenção de estradas e carregadores (Flores, Ornelas e Dias, 2016); v) plantio de quebra-ventos; vi) monitoramento do material combustível; e vii) uso de aceiros verdes com

espécies de baixa inflamabilidade (*Vochysia thyrsoidea*, *Palicourea rigida* e *Lavoisiera bergii*) (Souza e Vale, 2019).

A microbacia em estudo também apresenta regiões com diferentes níveis de aptidão à mecanização agrícola (extremamente apta a não apta), mas predominam as regiões muito aptas (34,84%), extremamente aptas (26,42%) e moderadamente aptas (18,81%) (Figura 5). Essa aptidão está relacionada com a capacidade de locomoção dos maquinários agrícolas, sendo observado que o aumento da declividade do terreno eleva o grau de limitação (Höfig e Araujo-Junior, 2015). A predominância de regiões aptas a mecanização agrícola (80,07% da área total) também é uma característica desejável nos estabelecimentos agropecuários, por possibilitar a tecnificação dos sistemas produtivos, incluindo em cultivos de café, além de elevar o preço das terras.

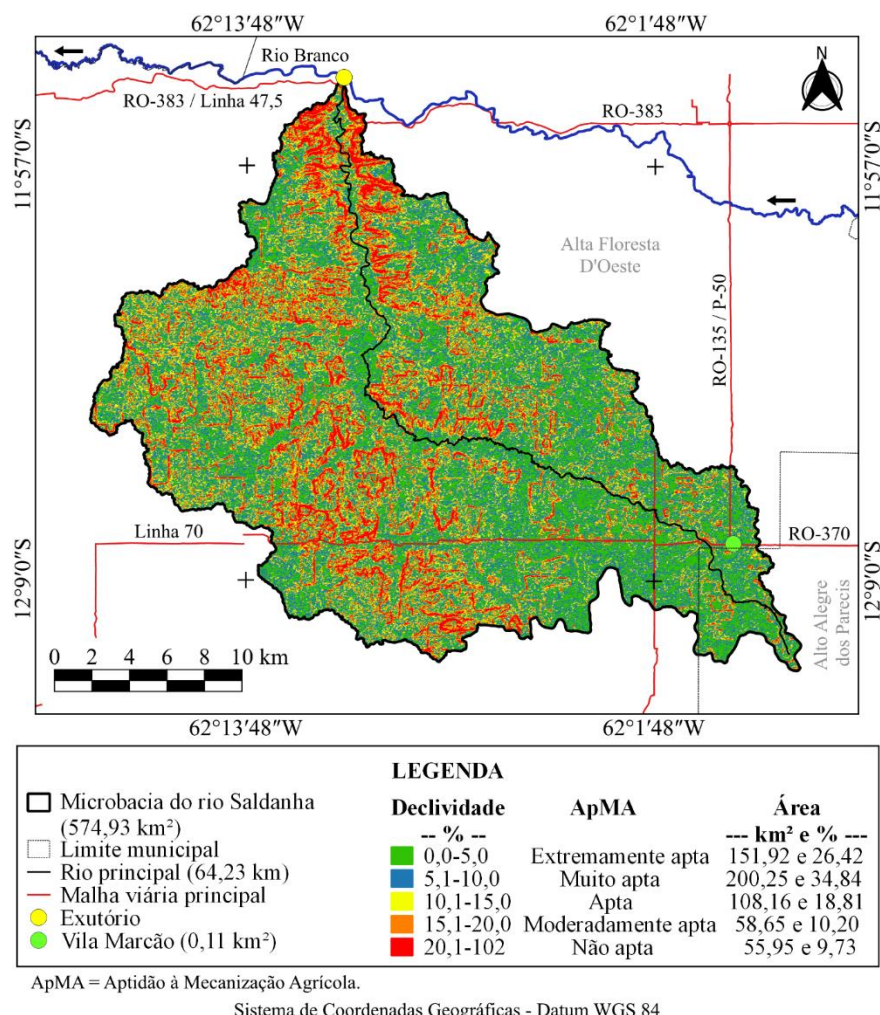
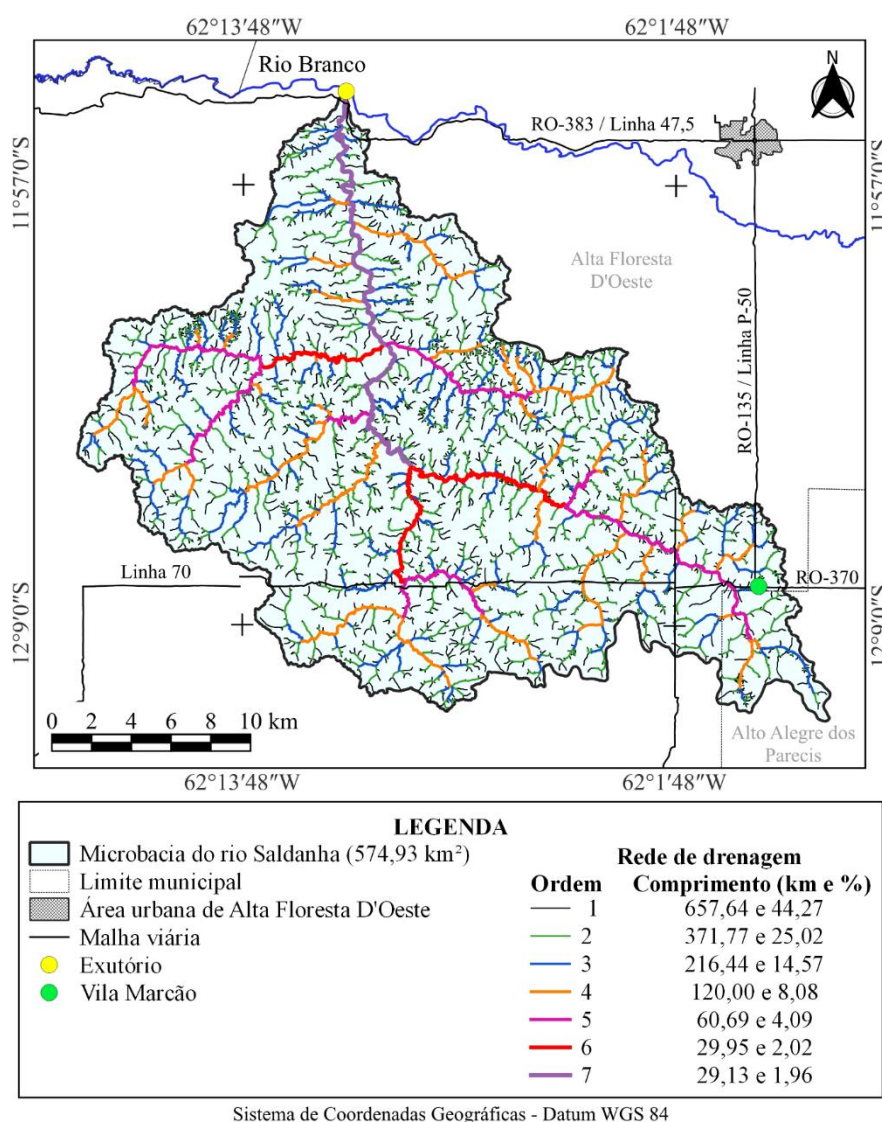


Figura 5. Aptidão à mecanização agrícola na microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

Características hidrográficas

No que tange as características hidrográficas, foi verificado que a microbacia tem padrão de drenagem dendrítico com comprimento total de 1.485,62 km, hierarquia fluvial de 7ª ordem (Figura 6), 3.326 nascentes (Figura 7), densidade de nascentes de 5,79 nascentes km⁻², densidade de drenagem de 2,58 km km⁻², coeficiente de manutenção de 387 m² m⁻¹, índice de sinuosidade de 39,11% e tempo de concentração de 13,93 h.

O padrão de drenagem dendrítico confirma a boa distribuição espacial dos recursos hídricos (Figura 6), reduzindo os riscos de ausência superficial de água nos estabelecimentos agropecuários. Esse tipo de padrão é normalmente encontrado em regiões com litologia formada por materiais homogêneos do ponto de vista de erodibilidade, os quais não apresentam locais preferenciais para a formação dos canais, logo, a distribuição espacial dos rios tende a ser equilibrada em todas as direções (Parvis, 1950).



Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum WGS 84

Figura 6. Rede e ordem de drenagem da microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

A hierarquia fluvial confirma a formação de rios pequenos (1 a 3ª ordem), médios (4ª a 6ª

ordem) e grandes (7ª ordem), e regiões que variam em relação as condições para habitação de peixes,

desde improvável (1ª ordem) a elevadas condições (4ª a 7ª ordem). Essas características são muito importantes para a manutenção da ictiofauna, por apresentar condições para o crescimento e desenvolvimento de mais de 25 espécies (Fernandes et al., 2021), e corrobora com a importância dessa microbacia como berçário,

instituída pela Lei do Guaporé (Lei do Guaporé nº 2.508, 2011). Ademais, as regiões menos suscetíveis a escassez hídrica, estão localizadas próximas aos rios de 4ª a 7ª ordem, sendo estas mais indicadas para a construção de reservatórios para fins de irrigação e dessedentação de animais.

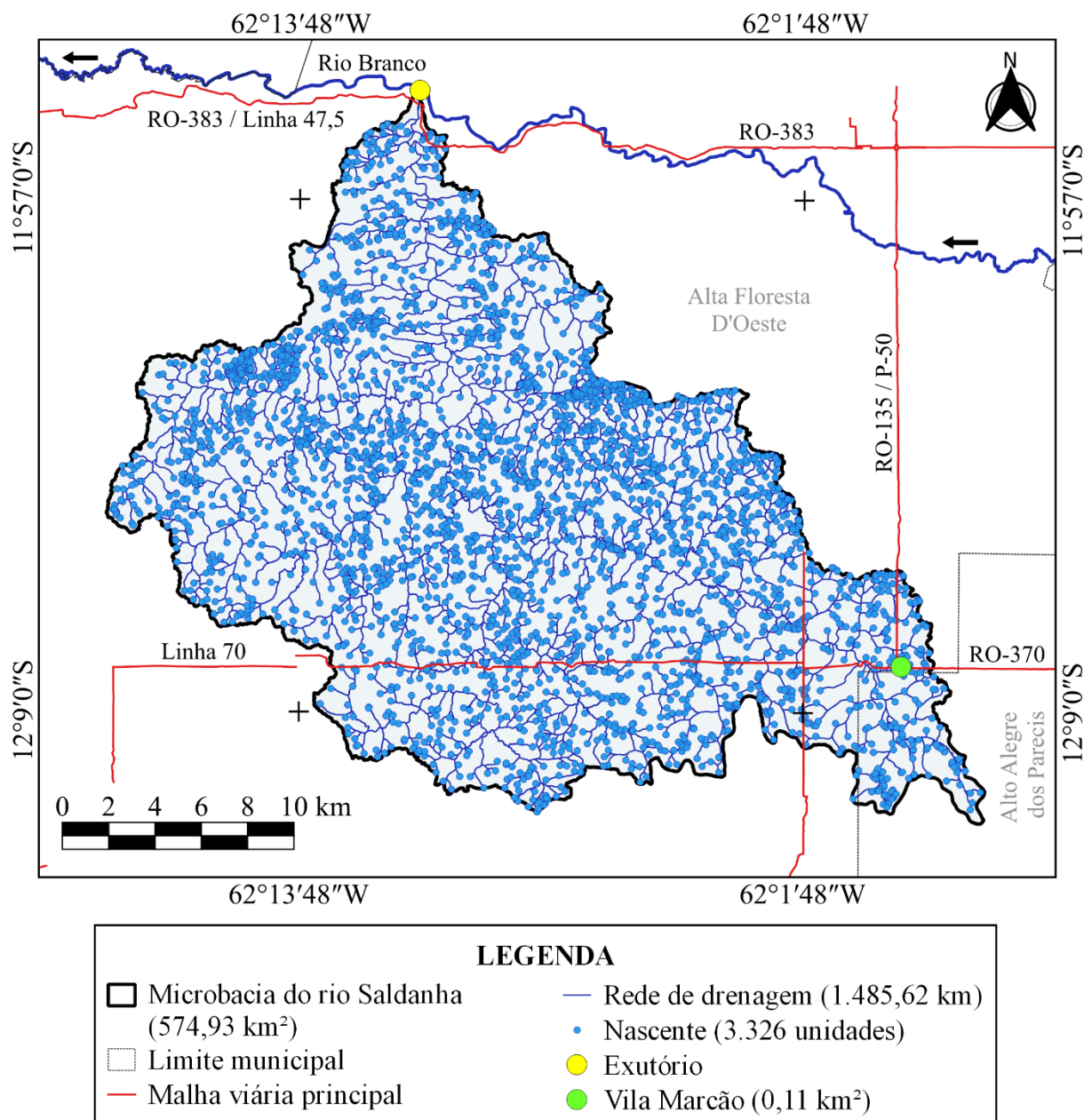


Figura 7. Distribuição espacial das nascentes na microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

As densidades de nascentes (5,79 nascentes km⁻²) e drenagem são médias (2,58 km km⁻²) (Tabela 3). Ambas densidades confirmam um bom potencial hídrico da região para a manutenção

do ecossistema aquático, desenvolvimento de atividades agropecuárias, irrigação e geração de energia hidrelétrica, e estão associadas a litologia (Figura 8) e ao relevo (Figura 3).

A litologia apresenta diferentes níveis de permeabilidade, de acordo com o tipo de material, sendo observado que regiões com rochas ígneas e metamórficas apresentam menor permeabilidade do que sedimentos inconsolidados, logo, favorecem o escoamento superficial e a formação de nascentes e rios (Luniere et al., 2022). Além disso, a litologia também influencia na formação de relevos, com relevos mais declivosos nas regiões com rochas metamórficas, e menos declivosos nas

regiões com sedimentos inconsolidados, como pode ser observado nas microbacias dos rios Cachara (Vendruscolo et al., 2022) e Coruja (Santana et al., 2024), respectivamente. O relevo controla a taxa e a velocidade do escoamento superficial (Marcatto, Silveira e Cruz, 2024), e, consequentemente, a formação de nascentes e rios. Logo, a densidade de nascentes e a densidade de drenagem tendem a se elevar quando o relevo passa de plano até o escarpado (Anjos et al., 2021).

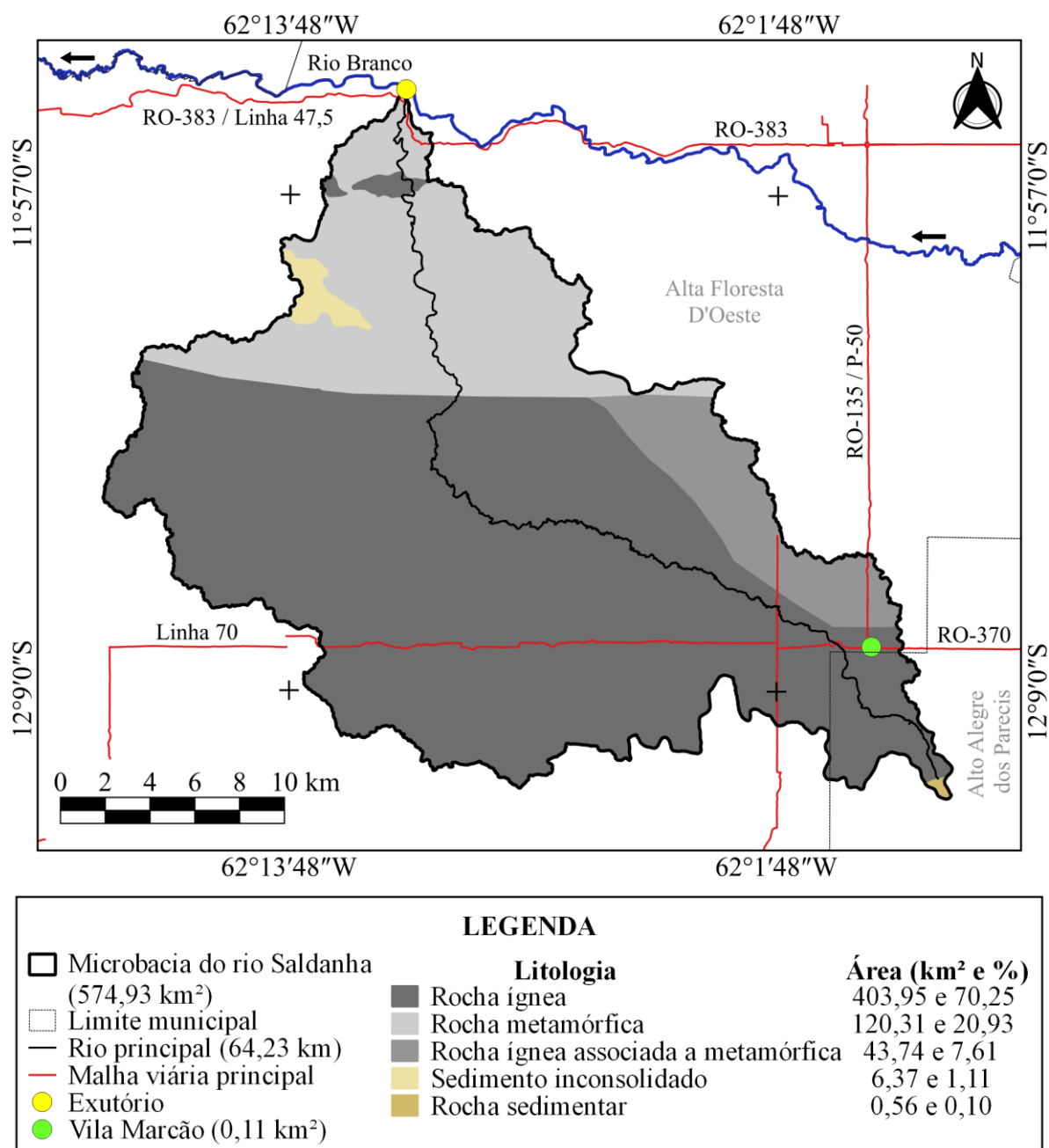


Figura 8. Litologia da microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: adaptado de CPRM (2018).

O coeficiente de manutenção da microbacia do rio Saldanha é considerado como baixo (Tabela 3), assim como outras 29 microbacias que também pertencem a sub-bacia do rio Branco (Tabela 5). Esse resultado denota que a microbacia do rio Saldanha tem boa eficiência para a manutenção dos recursos hídricos, uma vez que são necessários 387 m² de área para manter a perenidade de cada metro linear de curso d'água.

O índice de sinuosidade do rio principal (39,11%) confirma a formação de um canal divagante, ou seja, entre os canais muito reto e muito sinuoso (Tabela 3). A sinuosidade do canal é um dos fatores que interferem na velocidade do fluxo hídrico, sendo observado que o aumento da sinuosidade resulta em maior quantidade de barreiras físicas e, consequentemente, menor velocidade (Melo et al., 2020).

Tabela 5. Coeficiente de manutenção de microbacias pertencentes a sub-bacia do rio Branco.

Microbacia	Coeficiente de manutenção (m ² m ⁻¹)	Fonte
Piranha-preta	156,7	Santos Junior et al. (2021a)
Tamuatá	162,7	Vendruscolo et al. (2021b)
Cachara	172,0	Vendruscolo et al. (2022)
Lambari	192,2	Santos Junior et al. (2021b)
Jacundá	199,3	Barbosa et al. (2021a)
Marobá	199,7	Nascimento et al. (2024)
José Paulista	202,4	Matos et al. (2024)
Bambuzinho	202,5	Vendruscolo et al. (2021c)
Piaba	213,9	Vendruscolo, Cavalheiro e Santos Junior (2021)
Segredo	221,6	Silva et al. (2021a)
Matrinxã	226,6	Saraiva et al. (2021)
Tucunaré	230,8	Silva et al. (2022)
Capivara	242,7	Pacheco et al. (2021)
Sabiá	254,8	Cavalheiro et al. (2022)
Sardinha	255,6	Santos Junior, Cavalheiro e Vendruscolo (2021)
Tia Nilza	256,9	Miranda et al. (2024)
Mandi-Prata	265,8	Sanches et al. (2021)
Menkaika	266,8	Ferreira et al. (2021a)
Professora Cleci	296,2	Freitas et al. (2024)
Piau	329,2	Praia et al. (2021)
Gael	332,6	Borges et al. (2024)
Tambiú	335,7	Barbosa et al. (2021b)
Brilhante	337,2	Ferreira et al. (2021b)
Bonito	340,8	Vendruscolo et al. (2021d)
Nova Gease	345,0	Parédio et al. (2021)
Karoline	346,9	Gonçalves et al. (2024)
Acará	355,5	Cardoso et al. (2021)
Saldanha	387,0	Microbacia em estudo
Tinguí	389,0	Santos et al. (2019)
Alto Alegre	396,5	Rocha et al. (2021)
Pacu	411,3	Meira Filho et al. (2021)
Rio dos Sonhos	420,3	Soares et al. (2024)
Zé Véio	452,1	Silva et al. (2024)
Deusdedit	534,5	Silva et al. (2021b)
Professor Eloi	535,7	Hell et al. (2024)
Rio do Janeiro	590,1	Alves et al. (2024)
Alto Rio Branco	607,9	Vendruscolo et al. (2021e)
Aracu	1.048,2	Vendruscolo et al. (2021a)

O tempo de concentração denota que são necessárias 13,93 h para que a água precipitada no ponto mais distante da microbacia percorra todo o rio principal e chegue ao exutório. Esse valor é baixo se comparado com o tempo de duração das

precipitações pluviométricas na região, visto que, segundo Fietz et al. (2011), estima-se que a cada 2 anos ocorram precipitações com durações de 13,93 h e intensidades de 0,74 a 0,75 mm h⁻¹. Neste cenário, existe a possibilidade de ocorrer enchentes

próximas ao exutório do rio Saldanha, quando haver o escoamento superficial.

Destaca-se novamente a importância de adotar as práticas conservacionistas para favorecer a infiltração da água no solo, abastecer o lençol freático e regular a vazão no rio Saldanha. Essas práticas também aumentam a vida útil do reservatório e a eficiência na geração de energia na Pequena Central Hidrelétrica Saldanha, ao reduzir o assoreamento do reservatório e aumentar a disponibilidade de água.

Dinâmica da cobertura do solo

A microbacia do rio Saldanha tem área de 574,93 km². Em 1985, a área era composta por 7

tipos de cobertura do solo, mas, merecem destaque a formação florestal e a pastagem, por ocuparem 81,66% e 14,12% da área total, respectivamente (Figura 9). No decorrer de 37 anos, ou seja, no período de 1985 a 2022, foi observado a redução constante da área de formação florestal até o ano de 2022, a qual chegou a ocupar apenas 26,68% da área total da microbacia. Por outro lado, a área de pastagem cresceu continuamente no mesmo período, chegando ao ocupar 64,87% da área total da microbacia em 2022. No ano de 2008 também foi detectado uma área de 5,19 km² de espelho d'água, a qual passou para 7,36 km² no ano de 2022. Ademais, no ano de 2022 foram registradas áreas cultivadas com soja (5,29 km²) e café (30,28 km²) na microbacia.

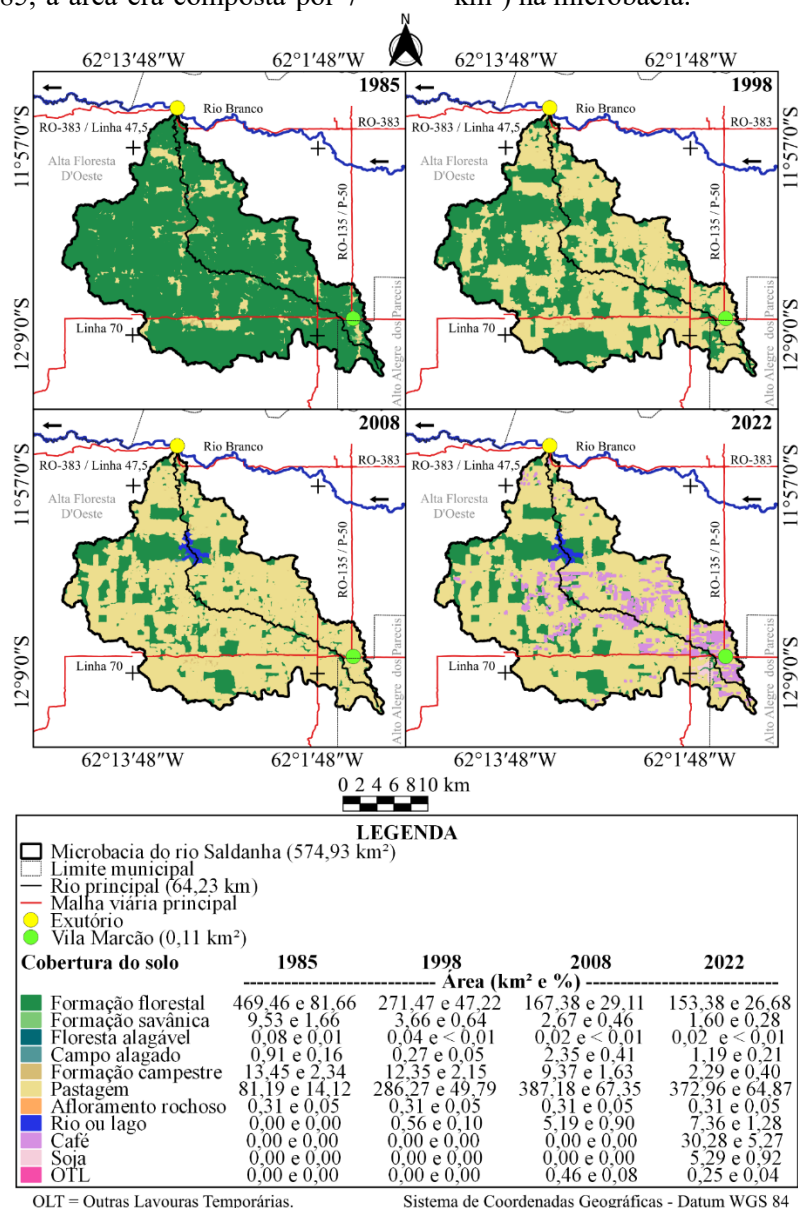
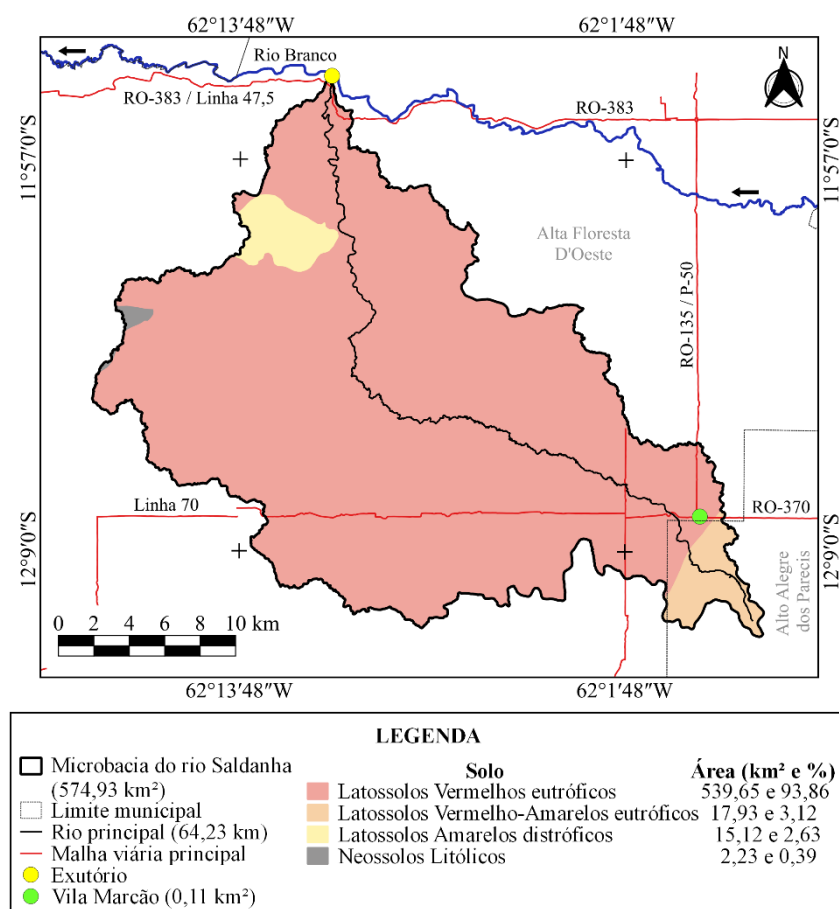


Figura 9. Dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

O crescimento da área de pastagem sobre a área de formação florestal está diretamente atrelado com a criação dos Projetos Fundiários Corumbiara e Guajará Mirim no ano de 1975; o incentivo a conversão de uso do solo de floresta nativa para pecuária, que era considerado como benfeitoria para manter a posse da terra (Cordeiro, 2015); a abertura das RO-383 e RO-135 (P-50), e das linhas 47,5, 55, 60, 65, 70, 156, 152, 148, 140, 138, 134, P-48 e Cinquentinha; e a região apresentar características favoráveis a agropecuária.

As características de altitude e relevo (Figuras 2 e 3), predominância de baixa influência

na propagação de incêndios (Figura 4), predominância de regiões aptas a extremamente aptas à mecanização agrícola (Figura 5), boa disponibilidade de recursos hídricos (Figuras 6 e 7) e a formação de solos com boa fertilidade natural (eutróficos em 96,98% da área total) (Figura 10), confirmam o potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias na microbacia. Portanto, essas características ajudam a explicar o avanço da área de pecuária sobre a área de vegetação nativa, assim como, a identificação das áreas de soja e café no último ano.



Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum WGS 84

Figura 10. Solos da microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

A detecção brusca da área de espelho d'água nos anos de 2008 e 2022 está associado principalmente com a construção do reservatório da PCH Saldanha, que entrou em operação em 16 de março de 2006 (Figura 11). A construção do

reservatório também impulsionou o cultivo de café a montante do mesmo e ao longo do rio principal (Figura 9), por haver maior disponibilidade de água para a irrigação.



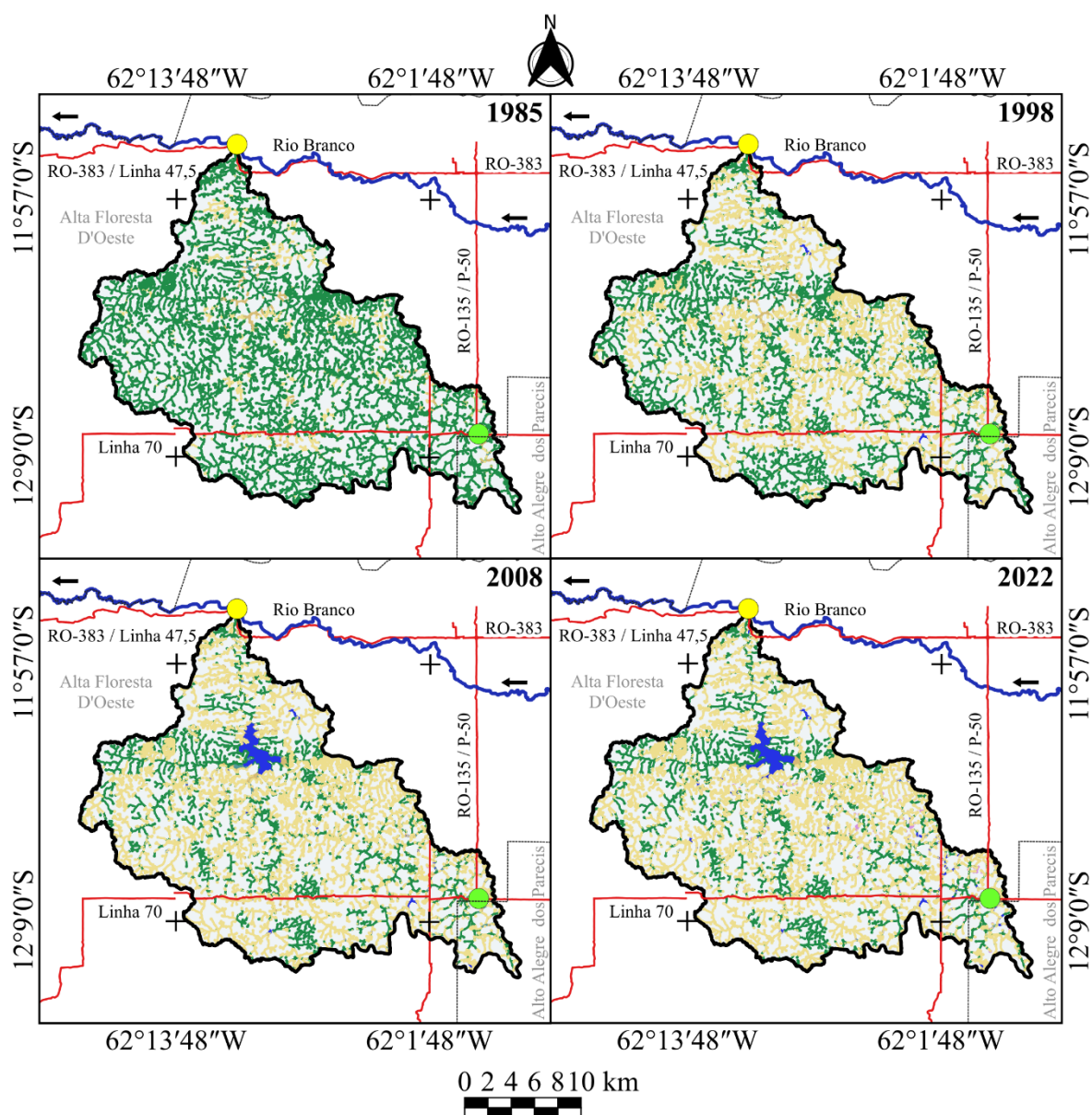
Figura 11. Lago da PCH Saldanha, Alta Floresta D'Oeste, Rondônia. Fotos: Carlos Eduardo Tuturi Ruiz Parintintin.

A área da zona ripária era de 49,49 km² até o ano de 1998, contudo, após a construção do reservatório da PCH Saldanha, a área da zona ripária passou para 57,61 km². E a dinâmica da cobertura do solo da zona ripária é extremamente similar a dinâmica da cobertura do solo da microbacia, de modo que no último ano (2022) a área da zona ripária estava ocupada principalmente com pastagem (55,86%), formação florestal (28,03%) e espelho d'água (10,48%) (Figura 12).

A zona ripária é uma Área de Preservação Permanente (APP) instituída pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que tem a “função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e

assegurar o bem-estar das populações humanas” (Lei nº 12.651, 2012). Portanto, a supressão da vegetação nativa na zona ripária pelos estabelecimentos agropecuários põe em risco o desenvolvimento sustentável da região, uma vez as funções citadas deixam de ser exercidas.

A redução da qualidade dos recursos hídricos após a conversão de uso do solo de floresta nativa para pastagem em nascentes foi observada por Cavalheiro et al. (2023), em amostras coletadas na sub-bacia do rio Branco, incluindo a microbacia do rio Saldanha. Estes autores verificaram a contaminação da água por *Escherichia Coli* e termotolerantes, e alterações na cor, teor de K⁺ e condutividade.



LEGENDA				
	Microbacia do rio Saldanha (574,93 km ²)			
	Limite municipal			
	Malha viária principal			
	Exutório			
	Vila Marcão (0,11 km ²)			
Cobertura do solo	1985	1998	2008	2022
	Área (km ² e %)			
	41,52 e 83,91	24,65 e 49,81	17,25 e 29,94	16,15 e 28,03
	0,67 e 1,35	0,43 e 0,87	0,35 e 0,61	0,31 e 0,54
	0,03 e 0,06	0,01 e 0,02	0,01 e 0,02	0,01 e 0,02
	0,18 e 0,36	0,09 e 0,18	1,75 e 3,04	0,88 e 1,53
	1,56 e 3,15	1,39 e 2,81	2,18 e 3,78	1,24 e 2,15
	5,52 e 11,15	22,75 e 45,97	31,39 e 54,46	32,18 e 55,86
	0,01 e 0,02	0,01 e 0,02	0,01 e 0,02	0,01 e 0,02
	0,00 e 0,00	0,16 e 0,32	4,67 e 8,11	6,04 e 10,48
	0,00 e 0,00	0,00 e 0,00	0,00 e 0,00	0,75 e 1,30
	0,00 e 0,00	0,00 e 0,00	0,00 e 0,00	0,03 e 0,05
	0,00 e 0,00	0,00 e 0,00	0,01 e 0,02	0,01 e 0,02

OLT = Outras Lavouras Temporárias.

Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum WGS 84

Figura 12. Dinâmica da cobertura do solo na zona ripária da microbacia do rio Saldanha, Amazônia Ocidental, Brasil. Fonte: Elaborado pelos autores.

Dinâmica da cobertura do solo em outras microbacias da sub-bacia Rio Branco

A dinâmica da cobertura do solo na microbacia e zona ripária da microbacia do rio Saldanha é semelhante as dinâmicas observadas em outras 10 microbacias pertencentes a sub-bacia Rio Branco (Tabela 6). A vegetação nativa tem um papel essencial para a manutenção da

disponibilidade e qualidade da água para o abastecimento dos sistemas agropecuários, hidrelétricas, manutenção do ecossistema aquático e terrestre, e abastecimento humano (Tambosi et al., 2015). Portanto, o atual cenário da cobertura do solo na microbacia e zona ripária é uma situação alarmante não apenas para a microbacia em estudo, mas também para a região no entorno.

Tabela 6. Dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo em outras microbacias localizadas na sub-bacia Rio Branco.

Nome da microbacia	Cobertura do solo	Microbacia		Zona ripária	
		Ano inicial	Ano final	Ano inicial	Ano final
		1984/1985	2021/2023	1984/1985	2021/2023
		----- Área (%) -----			
Tia Nilza ¹	Formação florestal	89,96	17,00	89,84	18,72
	Agropecuária	0,46	79,79	4,28	75,94
Marobá ²	Formação florestal	78,59	23,58	77,73	18,22
	Agropecuária	17,34	57,72	17,41	81,38
Rio do Janeiro ³	Formação florestal	71,31	16,60	75,47	49,06
	Agropecuária	18,03	82,79	11,32	45,28
Karoline ⁴	Formação florestal	55,50	15,25	53,51	24,56
	Agropecuária	44,50	84,04	46,49	72,81
Gael ⁵	Formação florestal	87,04	17,28	92,12	22,82
	Agropecuária	12,96	81,89	7,88	74,27
Rio dos Sonhos ⁶	Formação florestal	93,62	13,59	88,17	30,11
	Agropecuária	6,38	84,23	11,83	60,21
Professora Cleci ⁷	Formação florestal	88,56	14,41	88,72	18,68
	Agropecuária	11,44	84,58	11,28	77,82
Professor Eloi ⁸	Formação florestal	84,34	10,89	85,60	39,20
	Agropecuária	15,66	89,01	14,40	60,00
Sebastião ⁹	Formação florestal	65,86	30,49	70,71	33,05
	Agropecuária	28,66	65,12	23,85	59,83
Zé Véio ¹⁰	Formação florestal	87,35	22,36	94,23	36,54
	Agropecuária	12,65	77,09	5,77	60,90
Média ±	Formação florestal	80,21±11,65	18,15±5,48	81,61±11,87	29,1±9,83
Desvio padrão	Agropecuária	16,81±11,61	78,63±9,25	15,45±11,67	66,84±10,70

¹Miranda et al. (2024); ²Albuquerque et al. (2024); ³Alves et al. (2024); ⁴Braum et al. (2023); ⁵Santos et al. (2023a);

⁶Sousa et al. (2023); ⁷Barros et al. (2023); ⁸Oliveira et al. (2023); ⁹Simão et al. (2024); ¹⁰Santos et al. (2023b).

Os resultados alcançados para a microbacia em estudo e demais microbacias situadas na região, indicam potencial contribuição do uso da terra destas áreas no atual desequilíbrio no ciclo hidrológico regional, evidenciado pelo aumento e severidade do período de estiagem observado nos últimos 30 anos de Rondônia. Decorrente da redução da rugosidade da superfície induzida pelo desmatamento no estado (Khanna et al., 2017). Estes são resultados preocupantes considerando os recentes eventos de extremos

climáticos ocorridos na bacia Amazônica, onde os níveis de água atingiram 12,70 m de profundidade em outubro de 2023 (menor nível de água desde 1902) no porto de Manaus (Espinoza et al., 2024), evidentemente impulsionados pelo uso da terra no bioma ao longo das últimas décadas (Marengo et al., 2018). Somado aos cenários futuros projetados para o uso da terra no bioma, com a iminente redução da formação florestal e avanço das áreas de pastagem previstos até meados do século (Souza et al., 2023), destaca-se a importância dos órgãos

ambientais competentes considerarem a plausibilidade da ocorrência de condições catastróficas decorrentes das mudanças climáticas em seus planos de controle e gestão de riscos (Kemp et al., 2022) na região em estudo, visto que estes impactos podem inviabilizar o atendimento da demanda hídrica local e gerar danos irreversíveis do ponto de vista ambiental, social e econômico.

Estratégias para mitigar os impactos nos recursos naturais e prevenir eventos extremos

Para mitigar os impactos antrópicos nos recursos naturais e prevenir os problemas associados a escassez hídrica no período seco e enchentes no período da chuva são recomendadas as práticas conservacionistas da tabela 4, e outras ações integradas, a saber: 1) Recuperação da vegetação nativa na zona ripária e nas reservas legais que estão ocupadas com atividades agropecuárias; 2) Manutenção e monitoramento da vegetação nativa remanescente; 3) Inserção do componente arbóreo no sistemas produtivos por meio de sistemas agroflorestais, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), integração lavoura-florestal (ILF), integração pecuária-floresta (IPF) e reflorestamentos; 4) Incentivo à produção e comercialização de produtos florestais não madeireiros (frutos, essências, óleos e etc); 5) Valorização da floresta em pé por meio de Crédito de Carbono e Pagamento por Serviços Ambientais (PSA); 6) Campanhas educativas sobre a importância das florestas para a manutenção dos recursos hídricos; e 7) Fiscalização mais eficiente por parte dos órgãos ambientais.

Conclusões

A microbacia Saldanha tem área de 574,93 km² e características hidrogeomorfométricas que favorecem o cultivo de muitas espécies vegetais de interesse comercial, aptidão à mecanização na maior parte da área (80,07%), boa disponibilidade hídrica para geração de energia, manutenção das atividades agropecuárias e manutenção do ecossistema aquático, e predominância de solos com boa fertilidade que favorecem a obtenção da alta produtividade.

A análise da dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo confirma a mudança no uso e ocupação do solo no período de 1985 a 2022, com grande pressão sobre a cobertura vegetal nativa a

ponto de restar apenas 26,68% e 28,03% da área com formação florestal na microbacia e na zona ripária, respectivamente, no último ano.

Apesar de haver grande potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e geração de energia na microbacia do rio Saldanha, o desmatamento excessivo na microbacia e o avanço destas atividades na zona ripária, comprometem a disponibilidade de recursos hídricos para a atual e futuras gerações, principalmente mediante ao fato dos problemas de escassez hídrica se tornarem mais frequentes e intensas com as mudanças climáticas.

Mediante ao atual cenário de uso e ocupação do solo (2022) na microbacia e zona ripária, é necessário adotar uma série de práticas conservacionistas e ações integradas para mitigar os impactos antrópicos nos recursos hídricos, e assim, reduzir os riscos de escassez hídrica, favorecer a sustentabilidade dos sistemas econômicos e a conservação do ecossistema aquático.

O uso de geotecnologias é essencial para a análise e mapeamento das características da paisagem, e com base nessas informações, selecionar as práticas conservacionistas e as ações para mitigar os impactos antrópicos nos recursos naturais, e favorecer o desenvolvimento sustentável.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos grupos de pesquisa de Geoprocessamento e Meio Ambiente (GEOMA), e Recuperação de Ecossistemas e Produção Florestal (REProFlor), e ao Laboratório de Heurística de Sistemas Agroalimentares na Amazônia pertencentes a Universidade Federal de Rondônia, Campus de Rolim de Moura pelo suporte à realização da pesquisa.

References

- Agenda 2030. (2015). *ODS – Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. <https://odsbrasil.gov.br/home/agenda>
- Albuquerque, A.R.S, Stachiw, R., Rocha, J.S.D, Carneiro, K.A.A., Barboza, E., Santos, M.A., Macedo, R.S., Souza, R.F.S.S., Fulan, J.Â., Vendruscolo, J., Hara, F.A.S., Travassos, F.V., Souza, V.S., Amoedo, P.S., & Costa, A.P. (2024). Análise da dinâmica espacial e temporal

- da cobertura do solo na microbacia do rio Marobá, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Caderno Pedagógico*, 21(6), 1-21. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n6-145>
- 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), 11-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Alves, M.C., Ferreira, A.S., Cavalheiro, W.C.S., Maia, E., Fulan, J.Â., Stachiw, R., Barboza, E., Souza, R.F.S., Nascimento, J.M.S., Macedo, R.S., Rocha, K.J., & Vendruscolo, J. (2024). Análise das características hidrogeomorfológicas e cobertura do solo da microbacia Rio do Janeo, Santa Luzia D'Oeste, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Caderno Pedagógico*, 21(4), e3827. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n4-105>
- 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. *Geografia y Sistemas de Información Geográfica*, 13(19), 1-20. <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-19-2021>
- ASF - Alaska Satellite Facility. (2017). *Imagem altimétrica*. ASF. <https://www.asf.alaska.edu/>
- 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. *Recima 21 – Revista Científica Multidisciplinar*, 3(2), e321184. <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. (2021b). Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia Tambiú, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografia y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-23. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Barbosa, T.P., Cavalheiro, W.C.S., Santos Junior, N.R.F., Scotti, M.S.V., & Vendruscolo, J. (2021a). Características da paisagem da microbacia do rio Jacundá, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografia y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-24. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Barros, A.H.R.O., Simão, B.A.N., Veríssimo, E.P.S., Frota, D.B., Souza, E.F.M., Rocha, K.J., Fulan, J.Â., Carneiro, K.A.A., Cavalheiro, W.C.S., Rodrigues, J.B.B., Nascimento, J.M.S., & Vendruscolo, J. (2023). Análise da cobertura do solo como ferramenta para o planejamento e a gestão ambiental na microbacia do Rio Professora Cleci, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Caderno Pedagógico*, 20(10), 4388-4407. <https://doi.org/10.54033/cadpedv20n10-005>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- Borges, N.S., Oliveira, H.H.B., Mariano, G.F., Freisleben, V.M., Oliveira, I.L.A.S., Silva, R.S., & Vendruscolo, J. (2024). Características da paisagem da microbacia do rio Gael: análise hidrogeomorfológica para o planejamento e gestão ambiental, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*, 13(1), 67-82.
- 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*. (pp. 473-512). ANU E-Press. <https://doi.org/10.22459/TA32.11.2010.27>
- Braum, A.S., Gondrige, A.S., Silva, L.M., Simenikin, M.M.H., Nascimento, J.M.S., Fulan, J.Â., Carneiro, K.A.A., Souza, R.F.S.S., Scotti, M.S.V., Rodrigues, J.B.B., Cavalheiro, W.C.S., Hara, F.A.S., & Vendruscolo, J. (2023). Microbacia do Rio Karoline: análise de dinâmica da cobertura do solo como ferramenta para o planejamento e a gestão ambiental. *Revista Caderno Pedagógico*, 20(11), 5025-5046. <http://dx.doi.org/10.54033/cadpedv20n11-006>
- Cardoso, L.A.P., Silva, E.C., Santos, A.A., Praia, W.M., Hara, F.A.S., Cavalheiro, W.C.S., & Vendruscolo, J. (2021). Características hidrogeomorfológicas e análise temporal da cobertura na microbacia Acará, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografia y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-22. www.revistageosig.wixsite.com/geosig

- Cavalheiro, W.C.S., Donegá, M.V.B., Souza, T.W.S., Santos Júnior, N.R.F., Maia, E., Hara, F.A.S., & Vendruscolo, J. (2022). Uso de Geotecnologias na Caracterização Hidrogeomorfológica e Análise temporal da cobertura do solo da microbacia Sabiá, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-24. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Cavalheiro, W.C.S., Scotti, M.S.V., Vendruscolo, J., & Silva, J.M. (2023). A perda da cobertura vegetal natural em áreas de nascentes: implicações na qualidade da água. In: Paniagua C.E.S. (Org.) *Innovate: Engenharia Sanitária e Ambiental*. (pp. 33-44). Editora Atena. <https://atenaeditora.com.br/catalogo/download-post/76849>
- Cavalheiro, W.C.S., Vendruscolo, J., Scotti, M.S.V., Fernandes, I.M., & Biggs, T.W. (2021). Dinâmica da cobertura do solo na sub-bacia do Rio Branco (1988-2018), Rondônia, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(19), 1-19. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Cordeiro, M.S.S. (2015). Marechais e Burareiros: Projetos de colonização na Amazônia Ocidental. *Textos&Debates*, 25, 63-78.
- 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
- Espinoza, J.C., Jimenez, J.C., Marengo, J.A., Schongart, J., Ronchail, J., Casimiro, W.L., & Ribeiro, J.V.M. (2024). The new record of drought and warmth in the Amazon in 2023 related to regional and global climatic features. *Scientific Reports*, 14, 8107. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58782-5>
- Fairfull, S., & Witheridge, G. (2003). *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. NSW Fisheries. https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0004/633505/Why-do-fish-need-to-cross-the-road_booklet.pdf
- Ferreira, K.R., Rocha, J.D.S., Cavalheiro, W.C.S., Clivati, D., Silva, A.F., Santos Júnior, N.R.F., & Vendruscolo, J. (2021b). Características da paisagem da microbacia do rio Brilhante, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-23. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Ferreira, K.R., Vendruscolo, J., Cavalheiro, W.C.S., & Rocha, J.D.S. (2021a). Hidrogeomorfometria e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Menkaika, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-22. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Fernandes, I.M., Sacoman, K.J., Farias Neto, J.P., Silva, H.P., Vendruscolo, J., & Lourenço, L.S. (2021). Effect of environmental and spatial factors on small-sized fish assemblages in a tropical river. *Acta Amazonica*, 51(2), 129-138. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392202002303>
- Fietz, C.R., Comunello, É., Cremon, C., Dalacort, T.R., & Pereira, S.B. (2011). *Chuvvas intensas no Estado de Mato Grosso*. Embrapa Agropecuária Oeste. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/866618/1/DOC2010104.pdf>
- Flores, B.C., Ornelas, É.A., & Dias, L.E. (2016). *Fundamentos de combate à incêndios* (1 ed). Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2015/12/cbmgo-laedicao-20160921.pdf>
- Franca, R.R. (2015). Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. *Revista Geografias*, 11(1), 44-58.
- Freitas, A.M.F., Santos, E.N., Maulaz, J.S., Queiroz, K.B.A., Delarmelina, N.G., & Vendruscolo, J. (2024). Microbacia do rio Professora Cleci: características geométricas, topográficas e hidrográficas como subsídios para o planejamento e a gestão dos recursos naturais. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 13(1), 50-66.
- Gonçalves, E.D., Machado, H.S., Ferreira, L.F., Martins Neto, N.M.S., Heinzen, P.N., & Vendruscolo, J. (2024). Microbacia do rio Karoline: características da paisagem para auxiliar no planejamento e gestão dos recursos naturais, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*, 13(1), 224-240.
- Hell, G., Silva, U.M., Oliveira, B.B., Silva, B.M., Carneiro, K.A.A., Rodrigues, J.B.B., Fulan, J.Â., & Vendruscolo, J. (2024). Características hidrogeomorfológicas da microbacia do rio Professor Eloi, Amazônia Ocidental, Brasil.

- Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*, 13(1), 83-98.
- Höfig, P., & Araujo-Junior, C.F. (2015). Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no estado do Paraná. *Coffee Science*, v. 10, n. 2, p. 195-203, 2015. <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/833>
- Horton, R.E. (1932). Drainage basin characteristics. *Transactions, American Geophysical Union*, 13(1), 350-361. <https://doi.org/10.1029/TR013i001p00350>
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. (2018). *Acervo fundiário*. INCRA. <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>.
- Kemp, L., Xu, C., Depledge, J., Ebi, K.L., Gibbins, G., Kohler, T.A., Rockstrom, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H.J., Steffen, W., & Lenton, T.M. (2022). Climate Endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119, e2108146119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2108146119>.
- Khanna, J., Medvigy, D., Fueglistaler, & Walko, R. (2017). Regional dry-season climate changes due to three decades of Amazonian deforestation. *Nature Climate Change*, 7, 200-204. <https://doi.org/10.1038/nclimate3226>
- Kirpich, Z. P. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil Engineering*. 10(6), 362.
- Lei do Guaporé nº 2.508, de 6 de julho de 2011. *Dispõe sobre a proibição da pesca profissional na bacia hidrográfica do Rio Guaporé e estabelece diretrizes da Política Estadual de Ordenamento do Setor Pesqueiro*. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=161135>
- Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. (2012, 28 de maio). *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*. Diário Oficial da União. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm
- Lemos, R.C., & Santos, R.D. (1996). *Manual de descrição e coleta de solo no campo* (3 ed.). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/330369/1/Manual-de-descricao-e-coleta-de-solo-no-campo-1996.pdf>
- Lima, G. C., Silva, M.L.N., Curi, N., Silva, M.A., Oliveira, A.H., Avanzi, J.C., & Freitas, D.A.F. (2013). Estimativa do potencial de recarga na Sub-bacia das Posses, Extrema (MG), em função dos atributos fisiográficos, pedológicos e topográficos. *Geociências*, 32(1), 51-62. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/8004>
- Lollo, J.A. (1995). *O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadricula de Campinas*. (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo). Repositório da UFSCar: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-18062025-160255/en.php>
- Luniere, N.O., Santos Júnior, N.R.F., Cavalheiro, W.C.S., Fulan, J.Â., Hara, F.A.S., Stachiw, R., Ferreira, K.R., Figueira, W.S., Carneiro, K.A.A., & Vendruscolo, J. (2022). Hidrogeomorfometria e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Caubá, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 – Revista Científica Multidisciplinar*, 3(7), e371646. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i7.1646>
- Marcatto, F.S., Silveira, H., & Cruz, G.H.A. (2024). A importância do relevo e do manejo agrícola nas transformações pedogenéticas: estudo de um sistema pedológico no norte do Paraná – Sul do Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, 44, e223983. <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2024.223983>
- Marengo, J.A., Souza Junior, C.M., Thonicke, K., Burton, C., Halladay, K., Betts, R.A., Alves, L.M., & Soares, W.R. (2018). Changes in Climate and Land Use Over the Amazon Region: Current and Future Variability and Trends. *Frontiers in Earth Science*, 6, 228-248. <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00228>.
- Matos, T.H.N., Oliveira, R., Bonfim, M.M.L., Souza, R.F.S., Fulan, J.Â., Stachiw, R., Barboza, E., Santos, M.A., Rodrigues, A.A.M., Cavalheiro, W.C.S., Macedo, R.S., Rocha, K.J., & Vendruscolo, J. (2024). Microbacia hidrográfica do rio José Paulista: características

- da paisagem para análise do potencial agroflorestal e seleção de práticas conservacionistas. *Revista Caderno Pedagógico*, 21(5), e4183. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n5-047>
- Meira Filho, W.R., Vendruscolo, J., Cavalheiro, W.C.S., Santos Junior, N.R.F., & Stachiw, R. (2021). Características hidrogeomorfológicas e dinâmica de cobertura do solo na microbacia do rio Pacu, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-24. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Melo, O. S., Santos, L. S., Barbosa, A. G., & Mendes, L. A. (2020). Caracterização morfológica da Bacia Hidrográfica do rio Real pelo uso de dados SRTM e tecnologias SIG. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(07), 3554-3570. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3554-3570>
- Miller, V.C. (1953). *A Quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee*, Tech. Rep. 3 NR 389-402. Columbia University, Department of Geology.
- Miranda, J.S., Oliveira, C.J., Silva, B.M., Oliveira, B.B., Fulan, J.Â., Stachiw, R., Barboza, E., Ferreira, K.R., Rodrigues, A.A.M., Cavalheiro, W.C.S., Macedo, R.S., Rocha, K.J., & Vendruscolo, J. (2024). Hidrogeomorfometria e análise de cobertura do solo da microbacia Tia Nilza, município de Alta Floresta D'Oeste, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Caderno Pedagógico*, 21(4), e4003. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n4-177>
- Mueller, J. R. (1968). An Introduction to the Hydraulic and Topographic Sinuosity Indexes. *Annals of the Association of American Geographers*, 58(2), 371-385. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1968.tb00650.x>
- Nascimento, R.B., Simões, T.G., Alcantara, J.G., Moreira, F.S., Moreira, É.O., & Vendruscolo, J. (2024). Caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do rio Marobá, para o planejamento das práticas agropecuárias e conservação dos recursos naturais. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*, 13(1), 1-17.
- Oliveira, B.B., Hell, G., Fulan, J.Â., Cavalheiro, W.C.S., Stachiw, R., Figueira, W.S., Scoti, M.S.V., Carneiro, K.A.A., Ferreira, K.R., & Vendruscolo, J. (2023). Análise espacial e temporal do uso e cobertura do solo da microbacia e zona ripária do rio Professor Eloi, município de Santa Luzia D'Oeste, Rondônia. *Recima21 – Revista Científica Multidisciplinar*, 4(1), e412609. <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i1.2609>
- Pacheco, F.M.P., Donegá, M.V.B., Cavalheiro, W.C.S., Fulan, J.Â., Alves, S.R.M., Hara, F.A.S., & Vendruscolo, J. (2021). Características gerais da microbacia do rio Capivara, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-25. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Parêdio, 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. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Parvis, M. (1950). Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. *Photogrammetric Engineering*, 16, 387-408.
- Praia, W.M., Cardoso, L.A.P., Silva, E.C., Santos, A.A., Hara, F.A.S., Cavalheiro, W.C.S., & Vendruscolo, J. (2021). Hidrogeomorfometria e dinâmica de cobertura do solo na microbacia do rio Piau, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-23. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Projeto MapBiomias. (2023). *Coleção 8 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil*. <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>
- 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. <https://doi.org/10.5380/rf.v38i3.12430>
- Rocha, J.S.D., Ferreira, K.R., Cavalheiro, W.C.S., & Vendruscolo, J. (2021). A paisagem como indicador de manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Alto Alegre, na Amazônia Ocidental. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-23. www.revistageosig.wixsite.com/geosig

- 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. <https://doi.org/10.5902/2179460X26411>
- Sanches, G.K., Santos Junior, N.R.F., Carneiro, K.A.A., Cavalheiro, W.C.S., Baldeón, J.R.M., & Vendruscolo, J. (2021). Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Mandi-prata, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-25. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Santana, E.S.M., Souza, E.F.M., Ferreira, E., Hara, F.A.S., Fulan, J.Â., Rodrigues, J.B.B., Cavalheiro, W.C.S., Santos Junior, N.R.F., Nascimento, J.M.S., & Vendruscolo, J. (2024). Análise das características da paisagem como ferramenta para auxiliar no planejamento e gestão ambiental da microbacia do rio Coruja, Amazônia Ocidental, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), e514814. <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i1.4814>
- Santos, A.M., Targa, M.S., Batista, G.T., & Dias, N.W. (2012). Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 7(3), 195-211. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Santos, A.S., Bening, P., Oliveira, M.S., Montagnolli, G.P., Fulan, J.Â., Carneiro, K.A.A., Scotti, M.S.V., Nascimento, J.M.S., Rodrigues, J.B.B., Cavalheiro, W.C.S., Hara, F.A.S., & Vendruscolo, J. (2023b). Dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo na microbacia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Caderno Pedagógico*, 20(10), 4345-4363. <https://doi.org/10.54033/cadpedv20n10-003>
- Santos Junior, N.R.F., Cavalheiro, W.C.S., Scotti, M.S.V., Tronco, K.M.Q., Souza, E.F.M., Rocha, K.J., Hara, F.A.S., Nagao, E.O., Rocha, J.D.S., Fulan, J.Â., Nascimento, J.M.S., & Vendruscolo, J. (2022). Aplicação das geotecnologias para análise da paisagem da microbacia do rio Boa Sorte, Rondônia, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(4), e341343. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1343>
- Santos Júnior, N.R.F., Cavalheiro, W.C.S., & Vendruscolo, J. (2021). Características hidrogeomorfológicas e dinâmica de cobertura do solo da microbacia do rio Sardinha, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-24. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Santos Júnior, N.R.F., Maia, E., Cavalheiro, W.C.S., Rocha, J.D.S., & Vendruscolo, J. (2021a). Análise da paisagem da microbacia do rio Piranha-preta, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-26. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Santos Júnior, N.R.F., Santos, C.M.M., Maia, E., Cavalheiro, W.C.S., Rosa, D.M., & Vendruscolo, J. (2021b). Caracterização da paisagem da microbacia do rio Lambari, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-25. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Santos, L.P., Rosa, D.M., Cavalheiro, W.C.S., Vendruscolo, J., Rosell, E.C.F., & Biggs, T. (2019). Hidrogeomorfometria e índice de desmatamento da microbacia do rio Tinguí, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezolana*, especial, 40-56. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46154>
- Santos, M.J.C., Bonfim, M.M.L., Matos, T.H.N., Oliveira, R., Fulan, J.Â., Carneiro, K.A.A., Souza, R.F.S., Nascimento, J.M.S., Cavalheiro, W.C.S., Rodrigues, J.B.B., Montagnolli, G.P., & Ferreira, K.R. (2023a). Análise da dinâmica temporal e espacial da cobertura do solo na microbacia do rio Gael, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Caderno Pedagógico*, 20(11), 4892-4915. <https://doi.org/10.54033/cadpedv20n11-001>
- 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. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. (2002). *Atlas Geoambiental de Rondônia*. SEDAM.
- 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*, 13(20), 1-21. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Silva, G.C., Cavalheiro, W.C.S., Santos Junior, N.R.F., Hara, F.A.S., & Vendruscolo, J. (2021a). Hidrogeomorfometria e dinâmica de cobertura do solo da microbacia do rio Segredo, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-24. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Silva, M.P.O., Vendruscolo, J., Santos Junior, N.R.F., Fulan, J.Â., Ferreira, K.R., Silva, G.N., Rocha, K.J., Tronco, K.M.Q., Souza, E.F.M., Ferreira, E., & Hara, F.A.S. (2022). Características da paisagem para auxiliar no planejamento e manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Tucunaré, Amazônia ocidental, Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, 3(9), e391911. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i9.1911>
- Silva, Q.D. (2012). *Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão*. (Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista). Repositório da UNESP: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/cde59001-97e1-4180-a2db-9dcab9ad978c>
- Silva, R.S., Costa, A.I.O., Barboza, B.N., Bastos, D.D., Teixeira, U.R., & Vendruscolo, J. (2024). Aplicação de geotecnologias na caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*, 13(1), 18-33.
- Simão, B.A.N., Veríssimo, E.P.S., Barros, A.H.R.O., Santos, M.J.C., Stachiw, R., Barboza, E., Santos, M.A., Maia, E., Rodrigues, A.A.M., Cavalheiro, W.C.S., Macedo, R.S., Rocha, K.J., Souza, R.F.S.S., Fulan, J.Â., & Vendruscolo, J. (2024). Microbacia do Rio Sebastião: geoprocessamento aplicado ao planejamento e gestão ambiental. *Revista Caderno Pedagógico*, 21(6), 1-39. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n6-005>
- Soares, G.S., Santos Júnior, N.R.F., Mira, S.F., Moreto, R.F., Cavalheiro, W.C.S., Vendruscolo, J., & Rosa, D.M. (2019). Uso de plataforma SIG na caracterização morfométrica da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezolana, especial*, 84-95.
- Soares, K.K.D., Dambros, L.L., Almeida, J.E., Silva, R.S., Sousa, W.A., & Vendruscolo, J. (2024). Análise das características hidrogeomorfológicas da microbacia Rio dos Sonhos por meio de ferramentas SIG, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*, 13(1), 34-49.
- Sousa, M.T., Souza, N.R., Almeida, I.A., Hara, F.A.S., Fulan, J.Â., Carneiro, K.A.A., Souza, R.F.S., Souza, E.F.M., Montagnolli, G.P., Nascimento, J.M.S., Cavalheiro, W.C.S., Rodrigues, J.B.B., & Vendruscolo, J. (2023). Análise de dinâmica da cobertura do solo como ferramenta para o planejamento e a gestão ambiental na microbacia Rio dos Sonhos, Amazônia, Brasil. *Revista Caderno Pedagógico*, 20(11), 4916-4937. <https://doi.org/10.54033/cadpedv20n11-002>
- Souza Junior, C.M., Shimbo, J.Z., Rosa, M.R., Parente, L.L., Alencar, A.A., Rudorff, B.F.T., Hasenack, H., Matsumoto, M., Ferreira, L.G., Souza-Filho, P.W.M., Oliveira, S.W., Rocha, W.F., Fonseca, A.V., Marques, C.B., Diniz, C.G., Costa, D., Monteiro, D., Rosa, E.R., Vélez-Martin, E., Weber, E.J., Lenti, F.E.B., Paternost, F.F., Pareyn, F.G.C., Siqueira, J.V., Vieira, J.L., Ferreira Neto, L.C., Saraiva, M.M., Sales, M.H., Salgado, M.P.G., Rodrigues, V., Galano, S., Mesquita, V.V., & Azevedo, T. (2020). Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing*, 12(17), 2735. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>
- Souza, K.B., Santos, A.R., Pezzopane, J.E.M., Dias, H.M., Ferrari, J.L., Pelúcio, T.M.O., Toledo, J.V., Carvalho, R.C.F., Moreira, T.R., Araújo, E.F., Silva, R.G., Senhorelo, A.P., Costa, G.A., Mardeni, V.D.N., Kunz, S.H., & Santos, E.C. (2023). Modeling dynamics in land use and land cover and its future projection for the Amazon Biome. *Forests*, 14(7), 1281. <https://doi.org/10.3390/f14071281>
- Souza, M.A., & Vale, A.T. (2019). Levantamento de plantas de baixa inflamabilidade em áreas queimadas de Cerrado no Distrito Federal e análise das suas propriedades físicas. *Ciência Florestal*, 29(1), 181-192. <https://doi.org/10.5902/1980509822416>
- Tambosi, L.R., Vidal, M.M., Ferraz, S.F.B., & Metzger, J.P. (2015). Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos Avançados*, 29(84), 151-162. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200010>

- 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. <https://doi.org/10.1139/f80-017>
- Vendruscolo, J., Cavaleiro, W.C.S., & Santos Junior, N.R.F. (2021). Características da paisagem na microbacia do rio Piaba, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-22. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Vendruscolo, J., Cavaleiro, W.C.S., Santos Júnior, 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. <https://doi.org/10.47820/re-cima21.v3i4.1306>
- Vendruscolo, J., Duarte, E.C.S., Cavaleiro, W.C.S., Santos Junior, N.R.F., Rosell, E.C.F., Felix, E.S., & Silva Júnior, R.L. (2021b). Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Tamuatá, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-23. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Vendruscolo, J., Ferreira, K.R., Cavaleiro, W.C.S., Clivati, D., Pereira, C.V.L., & Rocha, J.D.S. (2021). Uso de geotecnologias para caracterização hidrogeomorfológica e índice de desmatamento da microbacia do rio Bonito, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-21. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Vendruscolo, J., Freitas, Í.B.C., Cavaleiro, W.C.S., Santos Junior, N.R.F., & Carneiro, K.A.A. (2021a). Análise Hidroambiental como subsídio para o manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Aracu, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-25. www.revistageosig.wixsite.com/geosig
- Vendruscolo, J., Silva, C.L., Cavaleiro, W.C.S., Santos Junior, N.R.F., Carneiro, K.A.A., Stachiw, R., Tronco, K.M.Q., & Hara, F.A.S. (2021c). Características hidrogeomorfológicas para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Bambuzinho, Amazônia Ocidental, Brasil. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 13(20), 1-23.
- Vendruscolo, J., Souza, E., Ferreira, K.R., Cavaleiro, W.C.S., & Hara, F.A.S. (2021e). 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. www.revistageosig.wixsite.com/geosig