



**GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS
ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL**

**GEOINDICATORS TOOL FOR THE ANALYSIS OF ANTHROPOGEOMORPHOLOGICAL
PROCESSES IN THE TRACAJÁ RIVER MICROBASIN, AMAZONIA, BRAZIL**

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro¹, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior², Eduarda Simões da Silva³, André Lucas Brito Rodrigues⁴, Elvino Ferreira⁵, Renato Francisco da Silva Souza⁶, João Anderson Fulan⁷, Antônio Augusto Marques Rodrigues⁸, Izaias Médice Fernandes⁹, Jhony Vendruscolo¹⁰

e331194

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i3.1194>

RESUMO

É necessário conhecer as características da paisagem para se identificar as potencialidades e vulnerabilidades do ecossistema, e com base nessas informações, fazer o planejamento e a gestão ambiental, a fim de utilizar os recursos naturais de forma sustentável. Assim, objetivou-se com este trabalho analisar as características hidrogeomorfológicas e alterações antropogênicas na cobertura do solo da microbacia e zona ripária do rio Tracajá. Os dados foram obtidos por meio de sensoriamento remoto e equações. A microbacia tem área de 34,45 km², perímetro de 37,29 km, forma alongada, altitudes de 207 a 496 m, predominância de relevo suave ondulado, 89,43% da área com baixa influência na propagação de incêndios e variando de apta a extremamente apta à mecanização agrícola, padrão de drenagem dendrítico de 4ª ordem, improvável probabilidade do rio secar durante a estiagem, média densidade de drenagem e de nascentes, coeficiente de manutenção de 524,8 m² m⁻¹, canal principal divagante e tempo de concentração de 3,08 h. No período de 37 anos (1984-2021) as áreas de floresta nativa foram reduzidas de 66,21% para 23,34% na microbacia e de 75,94% para 54,25% na zona ripária. No mesmo período constatou-se o crescimento das áreas de agropecuária, chegando a ocupar 73,47% da microbacia e 42,92% da zona ripária no ano de 2021. O avanço da agropecuária sobre a zona ripária confirma a necessidade de recomposição da vegetação nativa, para conservar a qualidade dos recursos hídricos e favorecer o desenvolvimento sustentável da região.

PALAVRAS-CHAVE: Geomorfologia antrópica. Manejo de Bacias Hidrográficas. Planejamento e gestão ambiental.

ABSTRACT

It is necessary to know the characteristics of the landscape to identify the potential and vulnerability of the ecosystem, and based on this information, plan and manage the environment in order to conserve natural resources and promote sustainable development. Thus, the objective of this work was to analyze the hydrogeomorphometric characteristics and anthropogenic changes in the soil cover of the microbasin and riparian zone of the Tracajá river, using remote sensing and equations. The microbasin has area of 34.45 km², perimeter of 37.29 km, elongated shape, altitudes of 207 to 496 m, predominance of smooth-wavy relief, 89.43% of the area with low influence on the propagation of fires and apt for extremely apt for agricultural mechanization, 4th order dendritic drainage pattern, unlikely probability of the river drying up during the dry season, medium density of drainage and springs, maintenance coefficient of 524.8 m² m⁻¹, rambling main channel and time of concentration of 3.08 h. In the period of 1984-2021, the areas of native forest were reduced from 66.21% to 23.34% in the microbasin and from

¹ Cavalheiro Engenharia Rural e Empresarial Ltda

² Universidade Federal de Rondônia

³ Cavalheiro Engenharia Rural e Empresarial Ltda.

⁴ Cavalheiro Engenharia Rural e Empresarial Ltda.

⁵ Universidade Federal de Rondônia

⁶ Pesquisador bolsista DCTA FAPEAM/UFAM

⁷ Universidade Federal de São Carlos

⁸ Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia

⁹ Universidade Federal de Rondônia

¹⁰ Universidade Federal do Amazonas



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

75.94% to 54.25% in the riparian zone. In the same period, there was an increase in agricultural areas, reaching 73.47% of the microbasin and 42.92% of the riparian zone in 2021. The advance of agriculture on the riparian zone confirms the need to recompose the vegetation native, to conserve the quality of water resources and favor the sustainable development of the region.

KEYWORDS: *Anthropogenic geomorphology; Management of Hydrographic Basins; Environmental planning and management.*

INTRODUÇÃO

O avanço desordenado das atividades antrópicas sobre as áreas de floresta nativa na região amazônica é um dos principais fatores que atuam sobre a degradação dos recursos naturais. Nas microbacias dos rios Bamberro e D'Alincourt, localizadas nos municípios de Santa Luzia D'Oeste/RO e Rolim de Moura/RO, por exemplo, ocasionou problemas de escassez hídrica a partir do ano 2000, e a necessidade de implantação de projetos de recuperação da vegetação nativa e regiões estratégicas, como a zona ripária (VENDRUSCOLO *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2019). Portanto, é necessário um banco de informações de qualidade para fazer um planejamento ambiental adequado de uso e ocupação do solo em regiões com vegetação nativa, e para mitigar os impactos ambientais em regiões onde já ocorreu o desmatamento e a conversão de uso do solo.

A microbacia do rio Tracajá forma um rio que desemboca no rio Cabixi, que por sua vez desemboca no rio Guaporé. A microbacia apresenta 81 estabelecimentos agropecuários, sendo 44 implantados pelo Projeto Integrado de Colonização (PIC) Paulo de Assis Ribeiro e 37 pelo Projeto Fundiário (PF) Corumbiara (INCRA, 2018), criados nos anos de 1973 (INCRA, 2021) e 1975 (OLIVEIRA, 1994), respectivamente. Apesar da referida microbacia ter importância socioeconômica e ambiental, não há informações sobre as características da sua paisagem, o que dificulta o planejamento e a gestão adequada dos recursos naturais.

As principais informações da paisagem nas microbacias estão associadas às características de origem natural (geométricas, hidrográficas e topográficas) e antrópica (uso e manejo do solo), como pode ser observado nos trabalhos realizados nas microbacias dos rios Sabiá (CAVALHEIRO *et al.*, 2021), Bambuzinho (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021a) e Jacuri (PANZA *et al.*, 2020). Essas informações permitem identificar as regiões com potencial agropecuário e prioritárias para a manutenção e/ou recuperação da vegetação nativa, além de selecionar as práticas de manejo mais eficientes para a conservação do solo e da água (SILVA *et al.*, 2021).

Diante do exposto, objetivou-se no presente trabalho fornecer informações sobre as características da paisagem da microbacia do rio Tracajá, buscando assim, auxiliar no planejamento e gestão dos recursos naturais desta região.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS
NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva,
André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan,
Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaías Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

MATERIAIS E MÉTODO

Localização e características gerais da área de estudo

A microbacia do rio Tracajá está inserida na sub-bacia do rio Vermelho e bacia do rio Guaporé, localizada no município de Cabixi (Figura 1), e no ano de 2021 abrangia 59,63% da área urbana do referido município. A região tem clima do tipo Monção, temperaturas médias entre 24 e 26 °C (ALVARES *et al.*, 2013), precipitação média anual de 1.728,9 a 1.843,7 mm ano⁻¹, concentrada nos meses de novembro a março (FRANCA, 2015), e solos classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (45,09%), Latossolo Vermelho distrófico (40,76%), Gleissolo distrófico (0,08%) e Argissolo eutrófico (14,07%) (SEDAM, 2002).

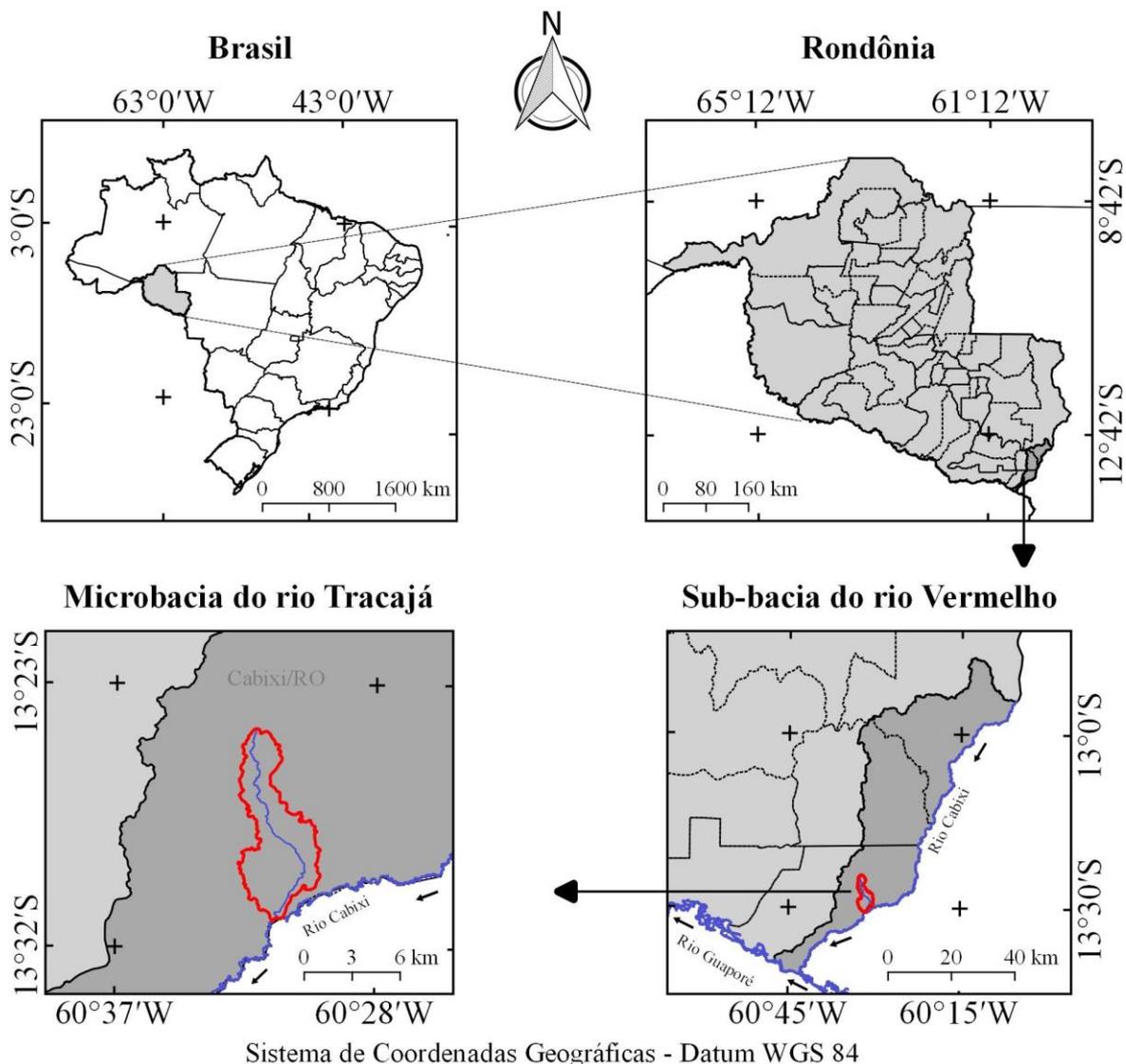


Figura 1. Localização da microbacia do rio Tracajá, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

As características analisadas foram: geométricas (área, perímetro, fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade), topográficas (altitude e declividade), hidrográficas (padrão de drenagem, ordem dos rios, densidade de nascentes, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, índice de sinuosidade e tempo de concentração) e a dinâmica temporal e espacial de cobertura do solo na microbacia e em sua zona ripária. Para a aquisição destas informações e elaboração dos mapas, foram utilizados os *softwares* QGIS 2.10.1 (versão Pisa), *Google Earth* e *TrackMaker Free*, equações, imagens altimétricas registradas pelo satélite ALOS (sensor Palsar) (ASF, 2017) e imagens de cobertura do solo registradas pelos satélites Landsat 5 e Landsat 8 (INPE, 2021). O processamento foi executado em cinco etapas, sendo estas:

1ª Etapa - Características geométricas

Área e perímetro da microbacia: inicialmente foi delimitado o perímetro da microbacia utilizando a ferramenta TauDEM (passos: Pit Remove < D8 Flow Directions < D8 Contributing Area - 1ª versão) < Stream Definition By Threshold < Edição do ponto de exutório < D8 Contributing Area - 2ª versão) e a imagem altimétrica, de forma automática. O arquivo matricial gerado no TauDEM foi transformado para o formato vetorial (ferramenta “poligonizar”), em seguida, dissolvido (ferramenta “dissolver”), suavizado (ferramenta “simplificar geometria”) e ajustado no *software Google Earth*, considerando as características da rede de drenagem e relevo. Após isso, foram calculados a área e o perímetro com a ferramenta “calculadora de campo”.

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

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

Onde: F = fator de forma; A = área da microbacia (km²); L = comprimento do eixo da microbacia (km).

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

Onde: Ic = índice de circularidade; A = área da microbacia (km²); P = perímetro da microbacia (km).

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

Onde: Kc = coeficiente de compacidade; A = área da microbacia (km²); P = perímetro da microbacia (km).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

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, 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
Influência na propagação de incêndios ²	Baixa	≤ 15
	Moderada	16-25
	Alta	26-35
	Muito alta	36-45
	Extremamente alta	> 45
Aptidão à mecanização agrícola ³	Extremamente apta	0-5,0
	Muito apta	5,1-10,0
	Apta	10,1-15,0
	Moderadamente apta	15,1-20,0
	Não apta	> 20,0

Fonte: ¹SANTOS *et al.* (2013); ²RIBEIRO *et al.* (2008); ³HÖFIG; ARAUJO-JUNIOR (2015).

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

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).

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

Onde: Dn = densidade de nascentes (nascentes km⁻²); N = número de nascentes; A = área da microbacia (km²).

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

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

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

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

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

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

$$Tc = 57x \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,2885} \quad (\text{Equação 8})$$



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

Onde: T_c = 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 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	Límite
Ordem dos rios ¹	-	Rio pequeno	1-3
		Rio médio	3-6
		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 período de estiagem	3
		Improvável probabilidade de secar durante a estação de estiagem	≥ 4
Densidade de nascentes ³	Nascentes km ⁻²	Baixa	< 3
		Média	3-7
		Alta	7-15
		Muito alta	> 15
Densidade de drenagem ⁴	km km ⁻²	Baixa	< 0,50
		Média	0,50-2,00
		Alta	2,00-3,50
		Muito alta	> 3,50
Índice de sinuosidade ⁵	%	Muito reto	< 20
		Reto	20-29
		Divagante	30-39
		Sinuoso	40-50
		Muito sinuoso	> 50

Fonte: ¹VANNOTE *et al.* (1980); ²Adaptado de FAIRFULL; WITHERIDGE (2003); ³LOLLO (1995); ⁴BELTRAME (1994); ⁵ROMERO; FORMIGA; MARCUZZO (2017).

4ª Etapa - Dinâmica da cobertura do solo

Para a análise da dinâmica de cobertura do solo foram utilizadas as imagens dos satélites Landsat 5 (1984) e Landsat 8 (2021), registradas no período de julho a agosto, em função da melhor qualidade das imagens. Informações sobre as características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8 encontram-se na Tabela 1.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaías Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

Quadro 1. Características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, utilizadas para elaboração do índice de desmatamento na microbacia do rio Tracajá.

Ano	Satélite	Senso r	B	Resolução				Órbita/ Ponto
				Espectral (μm)	Espacial (m)	Radiométrica (bits)	Temporal (dias)	
1984	Landsat 5	TM	3	0,63-0,69	30	8	16	229/69
			4	0,76-0,90				
			5	1,55-1,75				
2021	Landsat 8	OLI	4	0,64-0,67	30	16	16	229/69
			5	0,85-0,88				
			6	1,57-1,65				

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

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

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

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

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

2º Passo: coleta de 20 amostras de pixels em cada imagem IVDN, 10 para cada classe de cobertura do solo.

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

4º Passo: comparação da imagem classificada com a imagem falsa cor (R5G4B3 para o Landsat 5, e R6G5B4 para o Landsat 8).

A zona ripária foi delimitada com a ferramenta “*Buffer*”, considerando 50 m de raio nas nascentes e uma faixa de 30 m de cada lado dos rios, conforme o estabelecido pela Lei nº 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012).

5ª Passo: Elaboração dos mapas

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaías Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características geométricas

A microbacia do rio Tracajá tem área de 34,45 km², perímetro de 37,29 km, fator de forma 0,11, índice de circularidade de 0,31 e coeficiente de compacidade 1,78. As características geométricas sugerem que a microbacia tem forma alongada e não é suscetível a enchentes. Do ponto de vista geométrico, mesmo a microbacia do rio Tracajá apresentando baixa suscetibilidade à ocorrência de enchentes, é imprescindível salientar que podem ocorrer enchentes em função do uso e manejo do solo. O pisoteio animal em sistemas pecuários, por exemplo, pode ocasionar a compactação do solo (VZZOTTO; MARCHEZAN; SEGABINAZZI, 2000), elevando o escoamento superficial e consequentemente, a suscetibilidade a enchentes.

A baixa suscetibilidade a enchentes do ponto de vista geométrico também foi observada nas microbacias dos rios Conceição (SIQUEIRA *et al.*, 2018), D'Alincourt (SILVA *et al.*, 2019), Enganado (MORETO *et al.*, 2019), Santa Teresinha (SOARES *et al.*, 2019), Tingui (SANTOS *et al.*, 2019), Médio Rio Escondido (VENDRUSCOLO *et al.*, 2020a), São Jorge (PACHECO *et al.*, 2020), Jacuri (PANZA *et al.*, 2020), Jacundá (BARBOSA *et al.*, 2021a), Sabiá (CAVALHEIRO *et al.*, 2021a) e Paraíso (LIMA *et al.*, 2021). Essas microbacias, incluindo a microbacia do rio Tracajá, fazem parte da bacia do rio Guaporé, e não apresentam suscetibilidade a enchentes, com exceção das áreas localizadas às margens do rio Guaporé, o qual tem inundações sazonais.

Apesar da baixa propensão a enchentes, mudanças de cobertura do solo podem ocasionar a redução da infiltração de água no solo e elevar o escoamento superficial, proporcionando o extravasamento da calha principal em períodos de precipitações intensas e prolongadas (RICHART *et al.*, 2005). Diante deste possível cenário, recomenda-se o monitoramento de uso e ocupação do solo, para evitar a implantação de sistemas agropecuários e áreas urbanas nas zonas ripárias, associada com sistemas econômicos propícios a infiltração e água no solo, como sistemas agroflorestais, reflorestamentos e manejos florestais sustentáveis.

Características topográficas

A altitude varia de 207 a 496 m, com média de 273 m (Figura 2), e amplitude altimétrica de 289 m. Resultados com alto valor de amplitude também foram encontrados por Lima *et al.* (2021), Barbosa *et al.* (2021a) e Barbosa *et al.*, (2021b), nas microbacias dos rios Paraíso, Jacundá e Tambiú, com valores de 224, 316 e 352, respectivamente.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS
NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva,
André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan,
Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

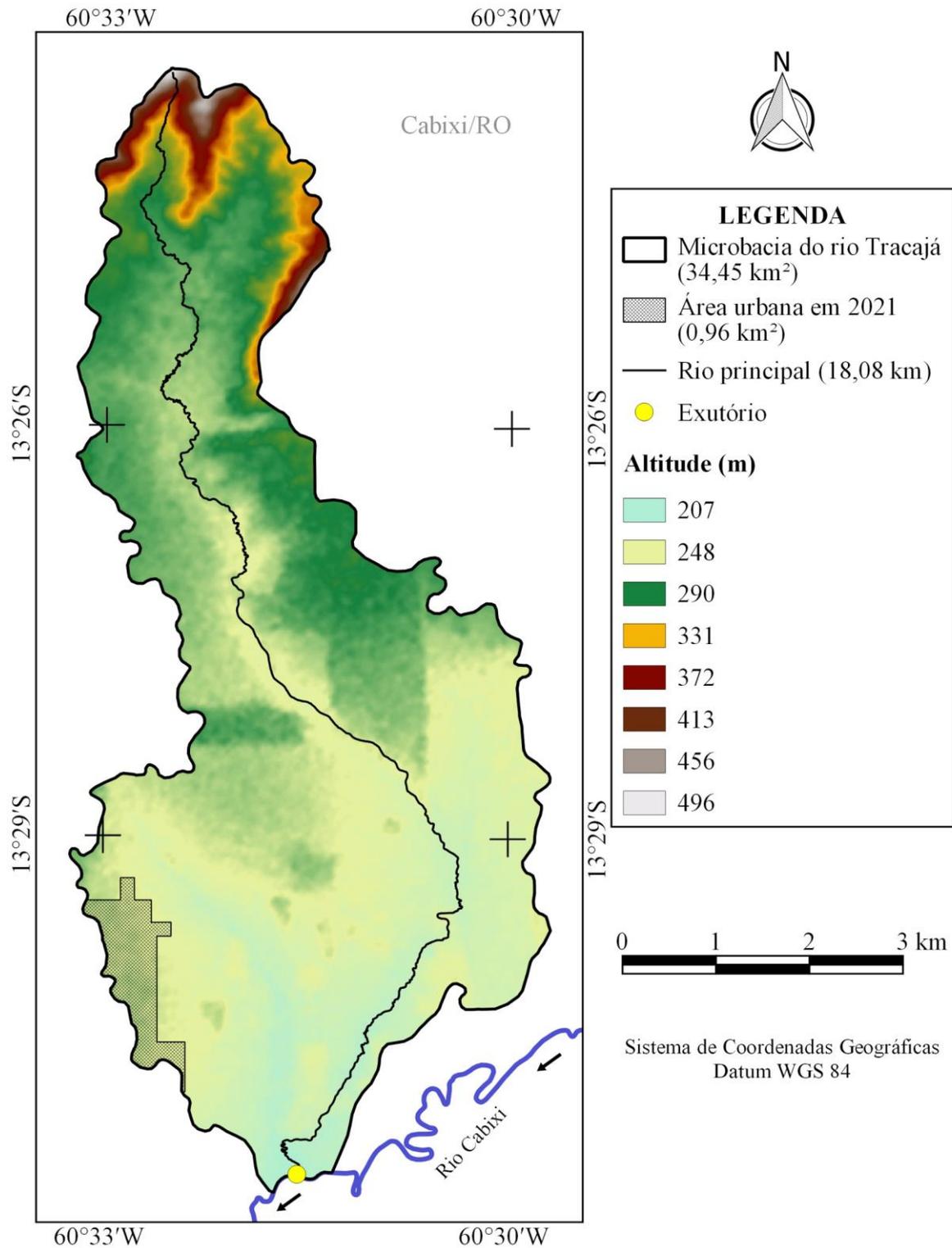


Figura 2. Altitude da microbacia do rio Tracajá, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaías Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

A altitude tem influência determinante na transpiração, precipitação e evaporação, podendo influenciar no regime de chuvas (TEODORO *et al.*, 2007) e temperatura média de uma bacia hidrográfica (FRITZSON; MANTOVANI; WREGGE, 2016). A altitude é uma característica essencial para a presença natural de espécies florestais (FIGUEIREDO *et al.*, 2015) e o bom desempenho de espécies agrícolas (CARARO; DIAS, 2015). No entanto, destaca-se que essas informações interligadas com o levantamento florístico da região, são essenciais no planejamento estratégico de uso e ocupação da microbacia, possibilitando a utilização dos dados para orientar e auxiliar na seleção de espécies econômicas e potencialmente econômicas com intuito de fortalecer a agrossilvicultura local. A diversidade de espécies de interesse econômico possibilita a implantação de sistemas de policultivo na microbacia do rio Tracajá, permitindo o aumento da eficiência de uso da terra e maior estabilidade financeira, quando comparado ao sistema de monocultivo com área equivalente (LIEBMAN, 2012). Logo, é uma estratégia importante para se obter o desenvolvimento sustentável da região.

A microbacia do rio Tracajá tem relevo plano a escarpado, com predomínio das classes suave ondulado (49,70%) e ondulado (23,54%) (Figura 3). Predominância das classes de suave ondulado e ondulado também foram encontradas nos estudos das microbacias dos rios Canaã (COSTA *et al.*, 2019) e Enganado (MORETO *et al.*, 2019) localizadas no estado de Rondônia. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2014), a declividade define a velocidade de escoamento superficial, e tem influência direta na erosão hídrica, de modo, quanto maior a declividade maior a suscetibilidade a erosão, principalmente em áreas desflorestadas. Relevos planos propiciam escoamento superficial lento, portanto, a velocidade do escoamento aumenta com a elevação da declividade, atingindo maiores velocidades em relevo escarpado (LEPSCH *et al.*, 2015). Assim, a adoção de práticas de manejo conservacionista do solo e água nas propriedades agropecuárias privadas são recomendadas, primordialmente em regiões mais íngremes devido sua alta suscetibilidade a erosões.

Bertoni e Lombardi Neto (2014) consideram as práticas de manejo conservacionista aquelas de caráter edáfico, mecânico ou vegetativo, que visam manter ou melhorar as condições de fertilidade do solo, a redução do escoamento superficial, diminuição das perdas de solo, matéria orgânica e nutrientes, favorecendo assim a infiltração de água no solo, buscando abastecer o lençol freático e aumentar a produtividade das culturas. Zonta *et al.* (2012) contribuem classificando como prática de manejo edáfico a calagem, adubações (química, orgânica e verde) e o controle de queimadas. De caráter vegetativo o florestamento, reflorestamento, pastagem bem manejada, plantas de cobertura, cultivo em contorno, rotação de cultura, plantio em faixas, capina alternada, plantio direto, cobertura morta, ceifa de plantas daninhas e cordões de vegetação, e de caráter mecânico o terraceamento. Logo, existem vários tipos de manejo que podem ser combinados de acordo com as características de declividade em cada região e condições financeiras dos envolvidos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS
NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva,
André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan,
Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

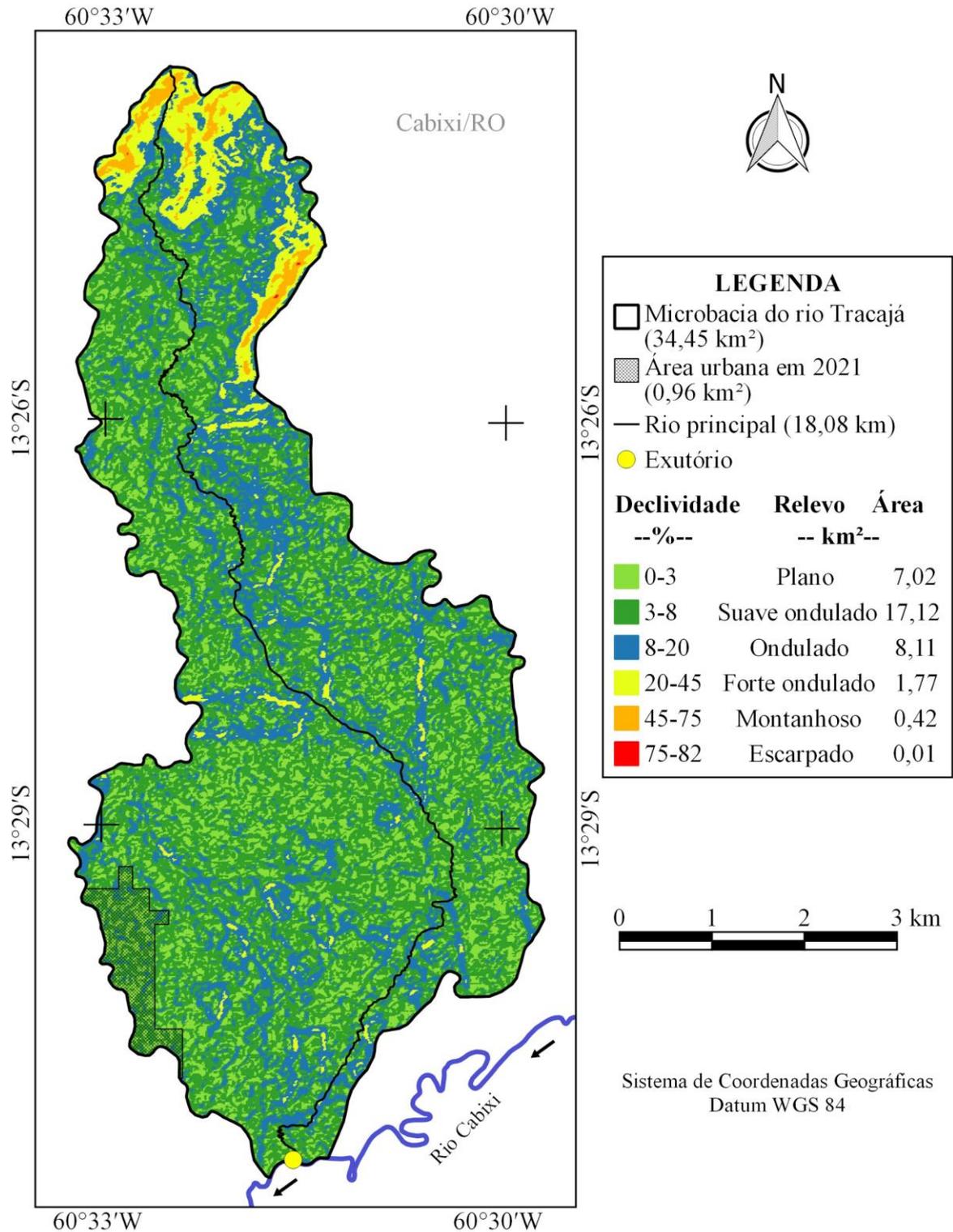


Figura 3. Relevo da microbacia do rio Tracajá, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

No que diz respeito à influência do relevo na propagação de incêndios, 89,43% da área apresentou baixo risco, 6,07% risco moderado e 2,03% alto risco. Assim, é recomendado que nas áreas mais íngremes do terreno, principalmente na cabeceira da microbacia, onde se encontram as regiões de maiores riscos de propagação de incêndios, sejam executadas ações visando neutralizar a propagação do fogo como, por exemplo, a construção ou renovação de aceiros, redução do material combustível, além da oferta de oficinas e treinamentos relacionadas ao controle da propagação do fogo, aos agricultores e agricultoras locais, assim como foi destacado por Rodrigues *et al.* (2017).

Já para a mecanização agrícola, 89,42% da microbacia enquadrou-se como apta a extremamente apta, 4,24% como moderadamente apta e 6,36% como não apta, demonstrando que a maior parte da área tem potencial para o desenvolvimento de sistemas agropecuários tecnicamente mecanizados. Tais características do relevo atraíram grandes investidores do ramo do agronegócio como, por exemplo, os grupos Amaggi e Cargill (PEREIRA; KAHIL, 2010), ocasionando o aumento da produção de soja no sul do estado de Rondônia, onde localiza-se a microbacia do rio Tracajá. Resultados semelhantes foram encontrados para as microbacias dos rios Águas Claras (SANTOS *et al.*, 2021), Rio das Almas (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021b) e Terra Nova (CAVALHEIRO *et al.*, 2022), todas localizadas na região sul do estado. Logo, destaca-se a importância das análises da dinâmica de uso e cobertura do solo, a fim de disponibilizar informações acerca do avanço da agricultura e pecuária na região, visando o planejamento e gestão do uso sustentável da terra.

Características hidrográficas

A microbacia do rio Tracajá tem rede de drenagem de 65,65 km e padrão dendrítico de 4ª ordem (Figura 5). Segundo Smith (1943), o padrão dendrítico assemelha-se a uma árvore, onde o tronco é o rio principal, e os galhos, ramos e folhas são os afluentes, denotando boa distribuição espacial dos recursos hídricos.

O padrão de drenagem dendrítica é uma característica predominante nas microbacias do estado de Rondônia, observadas nas microbacias dos rios Canaã (COSTA *et al.*, 2019), D'Alincourt (SILVA *et al.*, 2019), Igarapé Novo Mundo (ROSA *et al.*, 2019), Tinguí (SANTOS *et al.*, 2019), Santa Teresinha (SOARES *et al.*, 2019), Enganado (MORETO *et al.*, 2019), Manicoré (VENDRUSCOLO *et al.*, 2019), São Jorge (PACHECO *et al.*, 2020), Jacuri (PANZA *et al.*, 2020), Alto Rio Escondido (VENDRUSCOLO *et al.*, 2020b), Médio Rio Escondido (VENDRUSCOLO *et al.*, 2020a), Maritaca (CORRÊA *et al.*, 2021), Azul (ANJOS *et al.*, 2021), Sabiá (CAVALHEIRO *et al.*, 2021), Mandi-Prata (SANCHES *et al.*, 2021), Águas Claras (SANTOS *et al.*, 2021), Deusdedit (SILVA *et al.*, 2021) e Terra Nova (CAVALHEIRO *et al.*, 2022). Esse padrão de drenagem depende principalmente do tipo e estrutura da rocha, ocorrendo em regiões formadas por granito, gnaiss, rocha vulcânica e rocha sedimentar sem dobras, que pela facilidade de ser erodido dá origem a uma distribuição homogênea dos canais de escoamento em todas as direções da paisagem (EARLE; PANCHUK, 2019).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS
NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva,
André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan,
Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaías Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

O número de ordens (4) confirma a formação de um rio de porte médio com improvável probabilidade de secar durante a estação de estiagem (Tabela 3). Essa característica demonstra a potencialidade para implantação de sistemas de piscicultura, entretanto, recomenda-se estudos aprofundados sobre o ecossistema aquático, quantidade e qualidade da água, estratégias para conservação dos recursos hídricos e espécies da ictiofauna endêmica da região.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS
NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva,
André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan,
Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaías Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

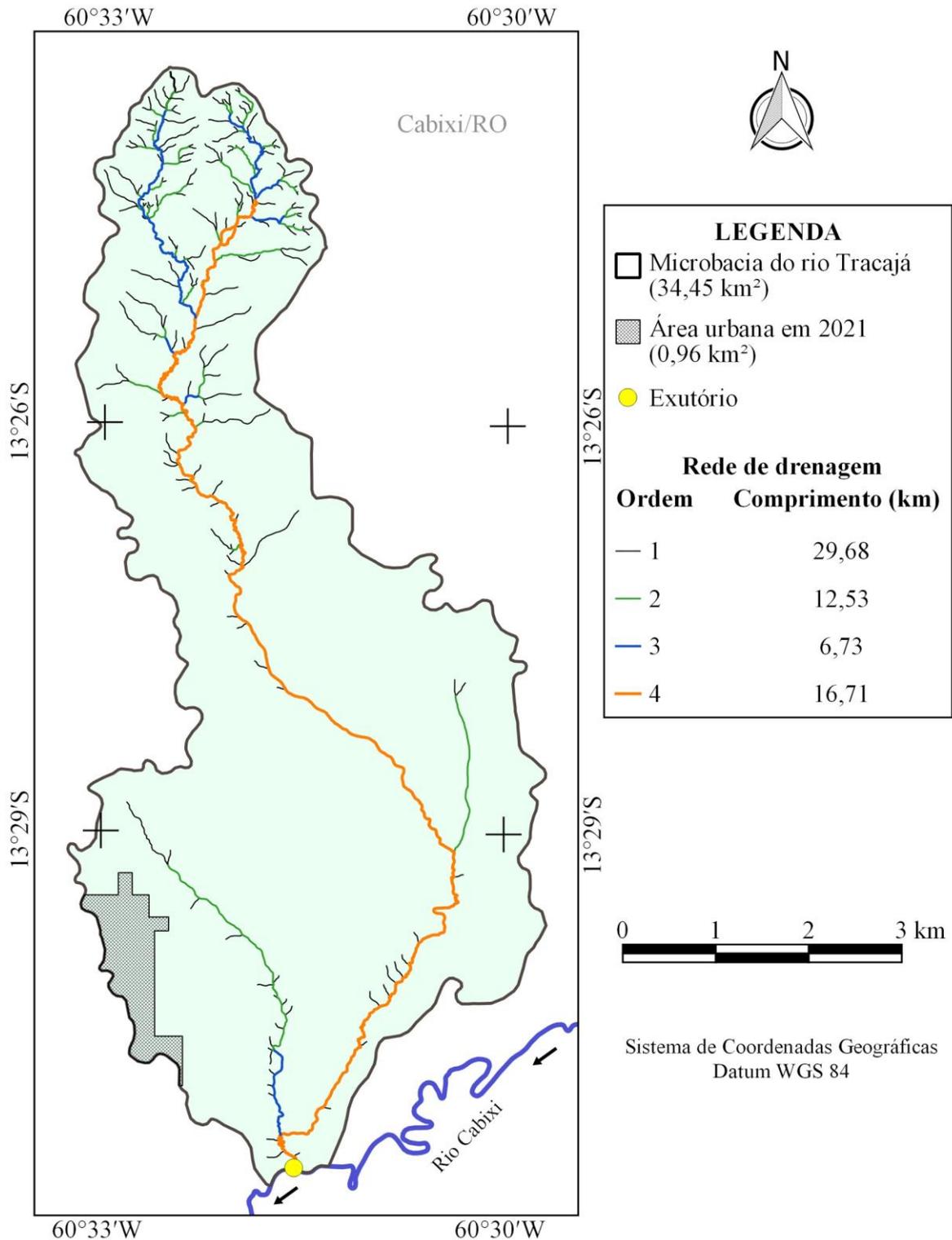


Figura 4. Rede e ordem de drenagem da microbacia do rio Tracajá, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS
NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva,
André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan,
Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaías Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

Na microbacia foram identificadas 175 nascentes, logo, se considerar a área de 34,45 km² (Figura 6), tem-se uma densidade de 5,08 nascentes km⁻², considerada média (Tabela 3). Com relação a densidade de drenagem, constata-se um valor de 1,91 km km⁻², também classificado como médio (Tabela 3).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS
NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva,
André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan,
Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaías Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

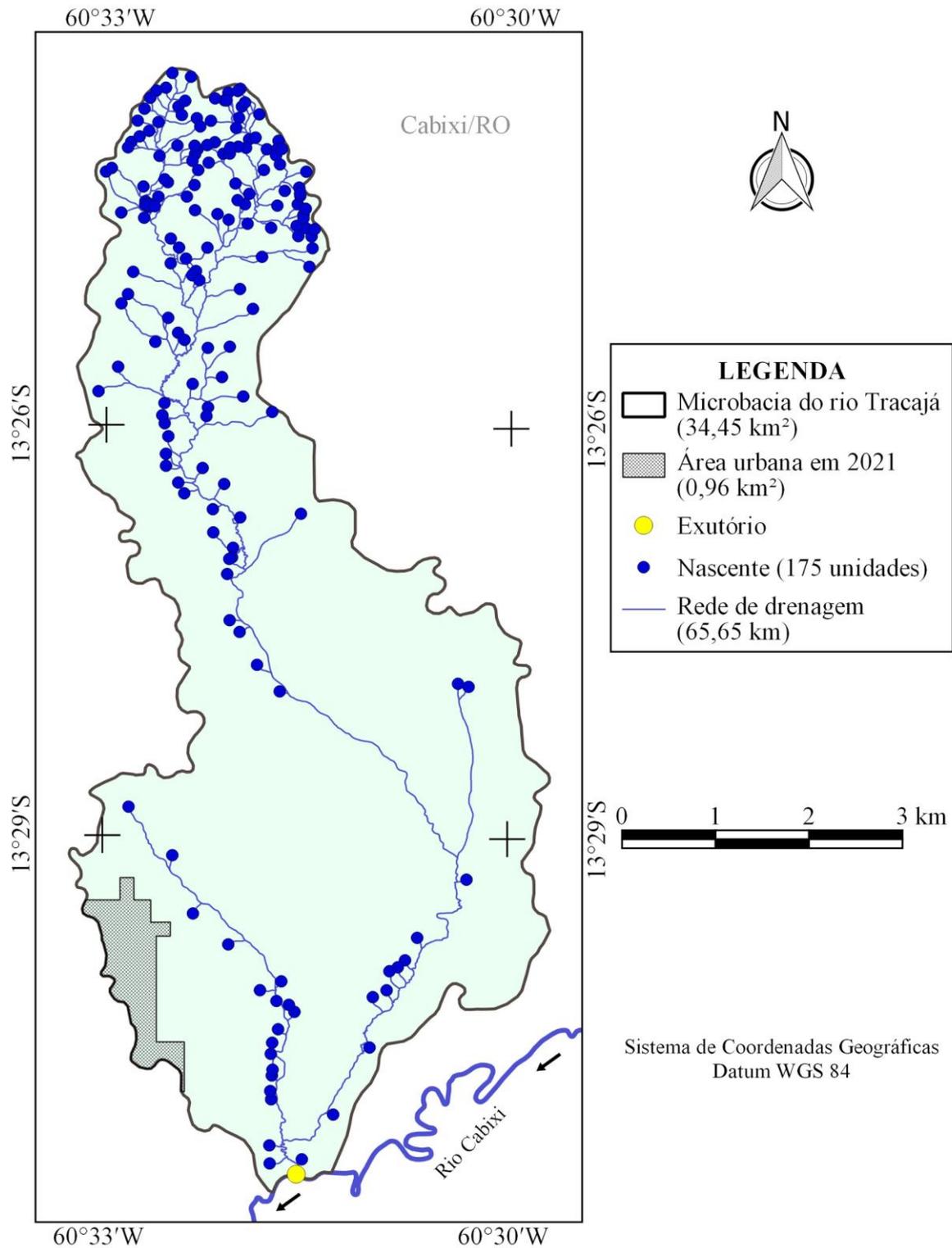


Figura 5. Distribuição espacial das nascentes da microbacia do rio Tracajá, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

As densidades de nascentes e drenagem apontam para um bom potencial de recursos hídricos para a implantação de sistemas de irrigação, visto que as nascentes são responsáveis pelo abastecimento dos cursos d'água e a rede de drenagem pela distribuição espacial. É importante ressaltar mais uma vez a necessidade de análises de vazão e qualidade da água ao longo do ano, mas principalmente nos períodos de estiagem, buscando profissionais especializados e capacitados para confirmar e mensurar a real disponibilidade hídrica e, conseqüentemente, o potencial e as limitações dos recursos hídricos.

A boa distribuição espacial dos recursos hídricos também aumenta o risco de contaminação da água, principalmente por coliformes fecais provenientes de atividades pecuárias sem o devido controle ambiental. As fezes dos bovinos infectados podem contaminar os recursos hídricos com microrganismos patogênicos (ex. *Escherichia coli*), e pôr em risco a saúde dos seres humanos que utilizam a água para consumo (AMARAL *et al.*, 2003; CAVALHEIRO, 2018). A contaminação por *E. coli* pode ocorrer inclusive em poços artesianos de propriedades rurais, como observado por Zamilian, Paula e Zamilian (2018) em Colorado D'Oeste, município próximo a microbacia em estudo.

O coeficiente de manutenção da microbacia do rio Tracajá é de $524,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$, mais baixo que o coeficiente observado na microbacia do rio Gavião ($1.250,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (DONEGÁ *et al.*, 2021) e Azul ($1.500,00 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (ANJOS *et al.*, 2021). Assim, verifica-se que a eficiência da manutenção é maior na microbacia em estudo em relação às microbacias em comparação. Este parâmetro está diretamente relacionado com o relevo, tendo em vista que as microbacias dos rios Gavião e Azul tem regiões com relevos mais íngremes, que favorecem a formação de uma densidade de drenagem mais elevada.

O índice de sinuosidade da microbacia do rio Tracajá é de 33,9%, indicando a formação de um canal principal divagante (Tabela 3). Esse tipo de canal pode ser encontrado em outras microbacias do estado de Rondônia, por exemplo nas microbacias dos rios Brilhante (FERREIRA *et al.*, 2021a), Águas Claras (SANTOS *et al.*, 2021) e Cutia (SILVA *et al.*, 2021), cujos valores de índice de sinuosidade foram de 37,02, 32,55 e 35,37%, respectivamente. Os canais divagantes apresentam menos sinuosidade que os canais sinuosos, mas também podem apresentar acúmulos de sedimentos nas partes internas dos meandros. Esses sedimentos são essenciais para a formação de praias de água doce, sendo muito utilizados por algumas espécies de tartarugas como locais de desova na região amazônica (FERREIRA JÚNIOR, 2009), o que ressalta a importância desta microbacia para a preservação da fauna local.

O tempo de concentração da microbacia é de 3,08 h, assim, existe a probabilidade de toda a área da microbacia contribuir simultaneamente para a formação de enchentes, tendo em vista que a duração das precipitações da região pode ultrapassar o tempo de concentração. Em trabalho no município de Porto Velho/RO realizado por Santos Neto (2014), constatou-se que 86% das chuvas duram menos de 3 h, 10% duram de 4 a 6 h, e 4% duram mais de 7 h. O baixo tempo de concentração também demonstra que a água precipitada permanece por pouco tempo no ecossistema, ressaltando



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

a importância do solo como reservatório e fonte de água para a manutenção dos rios nos períodos de estiagem.

Dinâmica temporal e espacial da cobertura do solo (1984 a 2021)

Em um período de 37 anos de colonização (1984 a 2021), as áreas de florestas nativas passaram drasticamente por um processo de conversão para a implantação dos sistemas agropecuários, uma vez que, no último ano estudado a área de floresta nativa ocupou 23,34% da área total enquanto a agropecuária chegou a 73,46% (Figura 7). Também foi observado esse padrão por Cavalheiro *et al.* (2015) no Território da Zona da Mata Rondoniense, avaliando 26 anos de colonização (1985 a 2011), e por Soares *et al.* (2020), no Território Central do estado de Rondônia, ao avaliarem o índice de desmatamento entre 1984 e 2017. Assim, constata-se que há um padrão de desflorestamento na região, com a supressão iniciando majoritariamente próximo às estradas, espalhando-se em formato espinha de peixe.

Destaca-se que o desmatamento na microbacia se impulsionou com a implementação de projetos de assentamentos fundiários conduzidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), iniciando na década de 70, considerando o desmatamento como benfeitoria para regularização da propriedade (Oliveira, 1994). No ano de 1973 foi criado o Projeto Integrado de Colonização Paulo Assis Ribeiro (INCRA, 2021), e no ano de 1975 o Projeto Fundiário (PF) Corumbiara (Oliveira, 1994), ambos abrangendo a microbacia do rio Tracajá, e o sucesso foi tão grande que no ano de 1988 ocorreu a emancipação do município de Cabixi/RO (SEDAM, 2002). Com o crescimento populacional ocorreu o aumento da área urbana do município de Cabixi na microbacia, passando de 0,28 para 0,96 km² (Figura 6).

A microbacia apresenta 81 estabelecimentos agropecuários, sendo 44 implantados pelo Projeto Integrado de Colonização (PIC) Paulo de Assis Ribeiro e 37 pelo Projeto Fundiário (PF) Corumbiara (INCRA, 2018), criados nos anos de 1973 (INCRA, 2021) e 1975 (OLIVEIRA, 1994).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS
NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva,
André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan,
Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaías Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

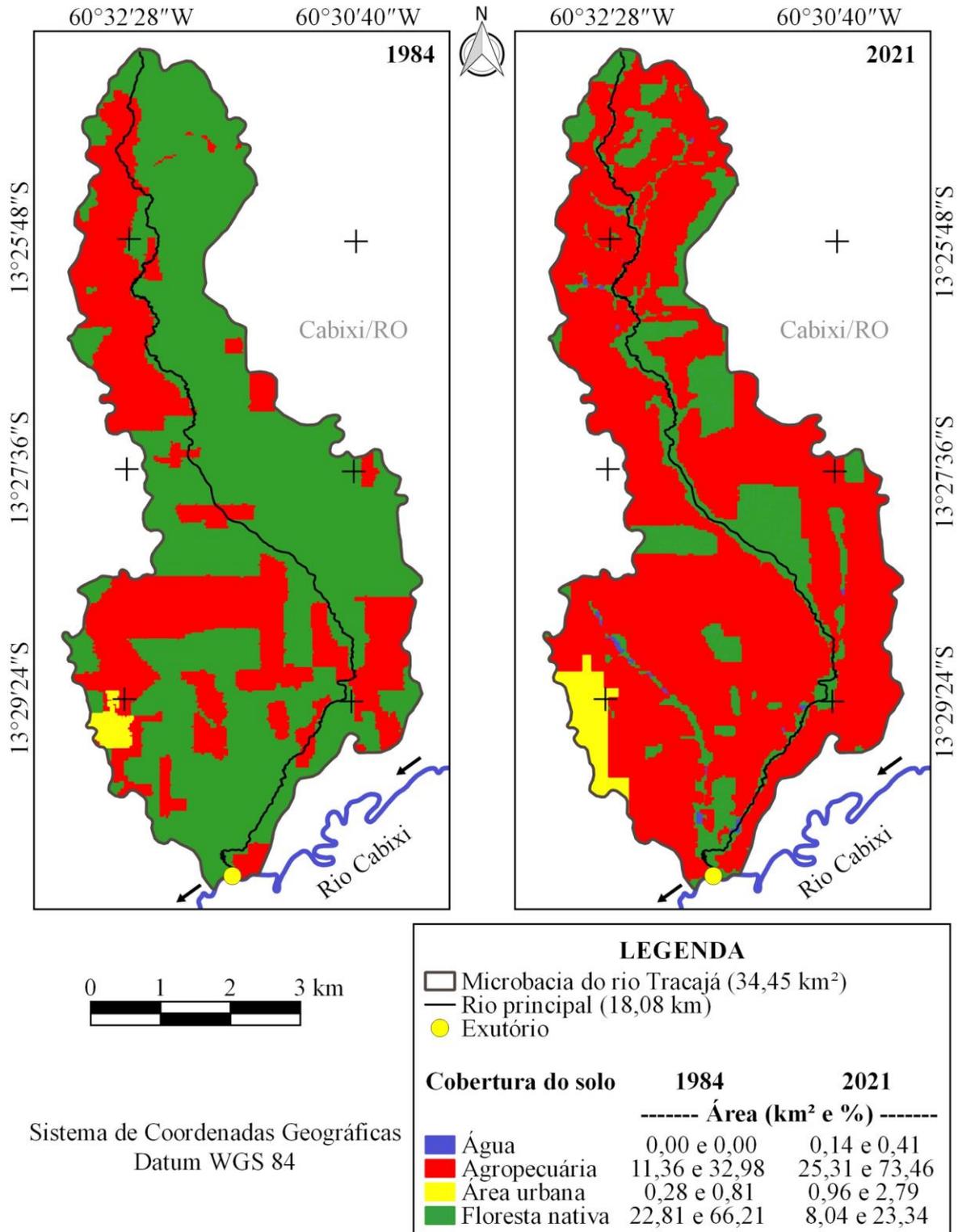


Figura 6. Dinâmica temporal e espacial da cobertura do solo na microbacia do rio Tracajá, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

O desflorestamento desenfreado da vegetação nativa ocasiona grande preocupação, por ser uma barreira ao desenvolvimento sustentável da região, visto que, segundo Balbinot *et al.* (2008), tal cobertura tem relação direta em inúmeras funções ecossistêmicas, como fornecimento de energia, manutenção da qualidade da água, regulação da temperatura e umidade da atmosfera, controle de erosão hídrica, recarga dos lençóis freáticos e abastecimento dos rios, mitigação dos riscos de enchentes, atenuação da poluição atmosférica, provimento do oxigênio e absorção do dióxido de carbono (BALBINOT *et al.*, 2008).

Com relação ao espelho d'água, os valores pouco variaram de 1984 a 2021, e o aumento de 0,00 km² de 1984 para 0,14 km² em 2021, ocorreu devido ao desflorestamento e exposição dos cursos de água, antes não visíveis devido à cobertura florestal. Outro fator que contribuiu para o aumento da área de espelho d'água é os represamentos destes cursos para criação de peixes e dessedentação de animais.

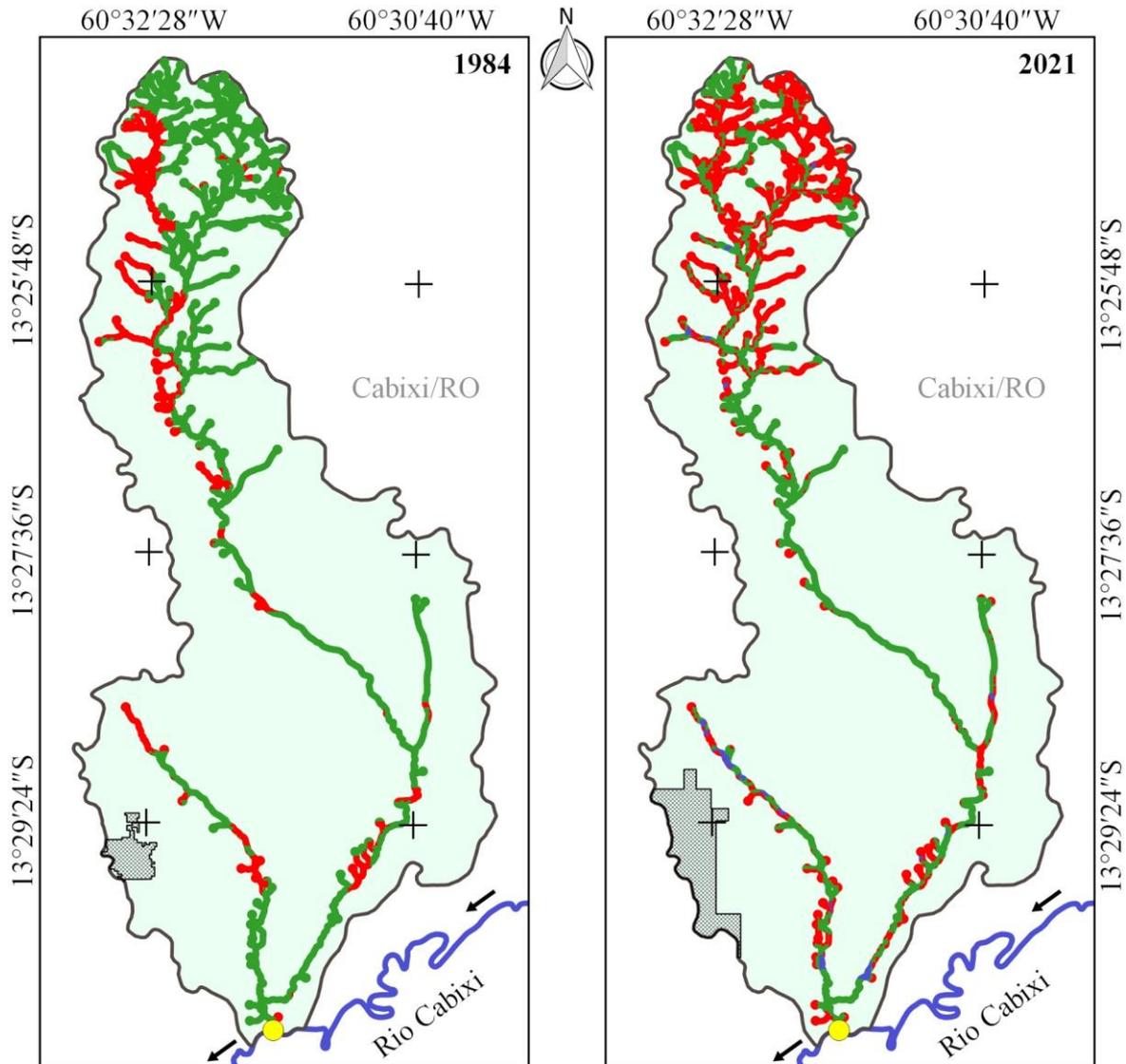
Na zona ripária também ocorreu o avanço da área de agropecuária sobre a área de floresta nativa, passando de 1,02 km² em 1984 para 1,82 km² em 2021, valores estes que correspondem a 24,06% e 42,92% da área total (Figura 7). Resultados semelhantes foram observados em outras microbacias do estado de Rondônia, a exemplo das microbacias dos rios Bamburro (VENDRUSCOLO *et al.*, 2017), D'Alincourt (SILVA *et al.*, 2021), Jacuri (PANZA *et al.*, 2020), Sabiá (CAVALHEIRO *et al.*, 2021), Paraíso (LIMA *et al.*, 2021), Rio das Almas (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021b), Segredo (SILVA *et al.*, 2021), Piranha-preta (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2021), Jacundá (BARBOSA *et al.*, 2021), Menkaika (FERREIRA *et al.*, 2021b), Ariranha (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022), Santa Inês (OLIVEIRA *et al.*, 2022) e Terra Nova (CAVALHEIRO *et al.*, 2021). Esse cenário, considerado normal no estado de Rondônia, indica suscetibilidade à escassez hídrica na microbacia em estudo, problema que já ocorreu nas microbacias dos rios Bamburro e D'Alincourt.

As instituições ambientais têm apresentado fragilidades pela falta de capacidade operacional para fazer cumprir a legislação, principalmente na região amazônica, visto que, desde a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) até o momento, não houve nenhuma ação coordenada (ex: programa) para fortalecer a gestão organizacional dos órgãos/instituições estaduais (ROCHA; SILVA, 2019). Entretanto, os resultados da dinâmica de cobertura constatados na microbacia do rio Tracajá, assim como para as demais microbacias citadas anteriormente, reforçam a fragilidade do poder público em fazer cumprir a legislação, gerando uma série de impactos ambientais, prejuízos socioeconômicos e culturais.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS
NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva,
André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan,
Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo



Sistema de Coordenadas Geográficas
Datum WGS 84

LEGENDA

- Microbacia do rio Tracajá (34,45 km²)
- Área urbana
- Exutório

Cobertura do solo	1984	2021
	----- Área (km ² e %) -----	
 Água	0,00 e 0,00	0,12 e 2,83
 Agropecuária	1,02 e 24,06	1,82 e 42,92
 Floresta nativa	3,22 e 75,94	2,30 e 54,25

Figura 7. Dinâmica temporal e espacial da cobertura do solo na zona ripária da microbacia do rio Tracajá, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

Diante do exposto, recomenda-se a recuperação da vegetação nativa na zona ripária ocupada por agropecuária, para reduzir os riscos de escassez hídrica devido à contaminação. Reforça-se que nos topos dos morros e em cada posição do relevo, há a necessidade da presença de cobertura vegetal em proporção adequada, buscando manter as funções eco-hidrológicas fornecidas pelas florestas. Tambosi *et al.*, (2015) inferem que a cobertura vegetal nativa exerce funções distintas nas diversas posições no relevo, em topos de morros tem interação direta na recarga de aquíferos, nas encostas diminui o escoamento superficial e minimiza as erosões, nas matas ciliares exerce a função de proteção dos corpos d'água e, nos intervalos como elemento complementar a todas as funções.

Tambosi *et al.* (2015) trazem à tona a discussão sobre a largura das faixas de recomposição em Áreas de Preservação Permanente associadas aos recursos hídricos, ponderando que o Código Florestal (BRASIL, 2012) vai na contramão ao que seria necessário para uma adequada gestão desses recursos. Portanto, propõem-se estudos sobre diferentes tamanhos de faixas e proporcional a cada largura de rio, diferente do que é estabelecido no Código Florestal, possibilitando desta forma aferir qual a faixa mais adequada de mata ciliar para a manutenção da disponibilidade e qualidade da água para cada condição do rio, com base nas características da paisagem.

Na busca de minimizar os impactos decorrentes do desmatamento na microbacia, observa-se que no estado de Rondônia é permitido legalmente a recomposição das Reservas Legais por meio de Sistemas Agroflorestais, inclusive a partir da implantação de espécies frutíferas de valorização no mercado, como é o caso do cacaueteiro (*Theobroma cacao*), conforme a Instrução Normativa nº 01/2020 (RONDÔNIA, 2020). Portanto, ao considerar que essa espécie é adaptável às condições da microbacia e faz parte da produção agrícola dos municípios circunvizinhos (IBGE, 2021), esta Instrução Normativa pode ser utilizada como um incentivo aos agricultores locais para recuperarem suas áreas degradadas ou alteradas em suas propriedades rurais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microbacia do rio Tracajá tem área de 34,45 km², perímetro de 37,29 km, fator de forma de 0,11, coeficiente de compacidade de 1,78 e índice de circularidade de 0,31, altitudes de 207 a 496 m, predominância de relevo suave ondulado (49,70%), 89,43% da área com baixa influência na propagação de incêndios e apta a extremamente apta à mecanização agrícola, rede de drenagem de 65,65 km com padrão dendrítico de 4ª ordem, improvável probabilidade do rio secar durante a estiagem, média densidade de drenagem (1,91 km km²) e de nascentes (5,08 nascentes km²), coeficiente de manutenção de 524,8 m² s⁻¹, canal principal divagante (33,90%) e tempo de concentração de 3,08 h.

No período de 37 anos (1984-2021) as áreas de floresta nativa foram reduzidas de 66,21% para 23,34% na microbacia e de 75,94% para 54,25% na zona ripária. No mesmo período constatou-



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

se o crescimento das áreas de agropecuária, chegando a ocupar 73,47% da microbacia e 42,92% da zona ripária no ano de 2021.

O avanço da agropecuária sobre a zona ripária confirma a necessidade de recomposição da vegetação nativa, para conservar a qualidade dos recursos hídricos e possibilitar o desenvolvimento sustentável da região. Recomenda-se, portanto, o monitoramento da cobertura florestal nas reservas legais, áreas de preservação permanente, assim como estudos para constatação de proporções adequadas para preservação de matas ciliares buscando garantir a manutenção dos recursos naturais para as gerações futuras, garantindo a conservação do solo e da água e o desenvolvimento sustentável da região.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/2476>. Acesso em: 09 fev. 2022.

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. Hidrogeomorfometria da microbacia do rio Azul, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 19, seção I, p. 1-20, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-19-2021>. Acesso em: 26 nov. 2021.

ASF - Alaska Satellite Facility. **Imagem altimétrica**. Fairbanks, AK: ASF, 2017. Disponível em: <https://www.asf.alaska.edu/>. Acesso em: 15 ago. 2017.

BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K. DE; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, Á. F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência Guarapuava**, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2008. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/294>. Acesso em: 08 fev. 2022.

BARBOSA, D. D.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; SOUZA, R. F. S.; VENDRUSCOLO, J. Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia Tambiú, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I: p. 1-23, 2021b. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 23 jan. 2022.

BARBOSA, T. P.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; SCCOTI, M. S. V.; VENDRUSCOLO, J. Características da paisagem da microbacia do rio Jacundá, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, p. 1-24, 2021a. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 25 jan. 2022.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis-SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 4 jan. 2022.

CARARO, D. C.; DIAS, A. F. de S. Irrigação em Cafeeiros. *In*: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. **Café na Amazônia**. Brasília: EMBRAPA, 2015. p. 309-344.

CAVALHEIRO, W. C. S. **Avaliação ambiental como subsídio para o planejamento e gestão da sub-bacia do rio Branco, Rondônia.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2018. Disponível em: <https://lemaflon.unir.br/pagina/exibir/17298>. Acesso em: 11 jan. 2022.

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. Uso de geotecnologias na caracterização hidrogeomorfológica e análise temporal da cobertura do solo da microbacia Sábica, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**. v. 13, n. 20, seção I, p. 1-24, 2021a. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 26 nov. 2021.

CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JUNIOR, N. R. F.; SILVA, E. S.; RODRIGUES, A. L. B.; FERREIRA, E.; VENDRUSCOLO, J. Antropogeomorfologia da microbacia do rio Terra Nova, Amazônia, Brasil. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 1, p. e311039, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1039>

CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J.; SANTOS, L. M. H.; SANTOS, A. M. Impacto da colonização na Zona da Mata Rondoniense, Amazônia Ocidental-Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, v. 56, n. 1, p. 41-57, 2015. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7343935>. Acesso em: 10 fev. 2022.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CORRÊA, C. N.; SANTOS JUNIOR, N. R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SILVA JÚNIOR, R. L.; NAGAO, E. O.; VENDRUSCOLO, J. Características hidrogeomorfológicas da microbacia do rio Maritaca, Rondônia, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e313101119549-e313101119549, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19549>

COSTA, D. P.; VENDRUSCOLO, J.; ROSA, D. M.; MENDES, D. M.; CAVALHEIRO, W. C. S.; RODRIGUES, A. A. M. Morfometria e dinâmica de desmatamento da microbacia Canaã, Amazônia, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, 30754-30772, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n12-187>

DONEGÁ, M. V. B.; SOUZA, T. W. S.; LIMA, M. M.; PANZA, M. R.; PACHECO, F. M. P.; SARAIVA, J. G.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. Caracterização hidrogeomorfológica da microbacia do rio Gavião, Amazônia Ocidental, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, e47910111844, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11844>

EARLE, E.; PANCHUK, K. **Physical Geology**. 2. ed. Victoria: BCcampus Open Education, 2019. Disponível em: <https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed/>. Acesso em: 05 fev. 2022.

FAIRFULL, S.; WITHERIDGE, G. **Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings**. Sydney: NSW Fisheries, 2003.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

FERREIRA JUNIOR, P. D. Aspectos ecológicos da determinação sexual em tartarugas. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, p. 139-154, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000100014>

FERREIRA, K. R.; ROCHA, J. D. S.; CAVALHEIRO, W. C. S.; CLIVATI, D.; SILVA, A. F.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; VENDRUSCOLO, J. Características da paisagem da microbacia do rio Brillhante, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-23, 2021a. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 26 nov. 2021.

FERREIRA, K. R.; VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; ROCHA, J. D. S. Hidrogeomorfometria e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Menkaika, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-22, 2021b. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 11 fev. 2022.

FIGUEIREDO, S. M. M.; VENTICINQUE, E. M.; FIGUEIREDO, E. O.; FERREIRA, E. J. L. Predição da distribuição de espécies florestais usando variáveis topográficas e de índice de vegetação no leste do Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 2, p. 167-174, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201402834>

FRANCA, R. R. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. **Revista Geografias**, v. 11, n. 1, p. 44-58, 2015. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-549X%20..13392>

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S. (2016). Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, n. 18, p. 80-92, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v18i0.3947>

HORTON, R. E. Drainage basin characteristics. **Transactions, American Geophysical Union**, v. 13, n. 1, p. 350-361, 1932. DOI: <https://doi.org/10.1029/TR013i001p00350>

HÖFIG, P.; ARAUJO-JUNIOR, C. F. Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no estado do Paraná. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 195-203, 2015. Disponível em: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/833>. Acesso em: 16 nov. 2021.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Acervo fundiário**. Brasília: Incra, 2018. Disponível em <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: 15 maio 2018.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Superintendência Regional Rondônia - SR 17: Assentamentos - Informações Gerais**. Brasília: Incra, 2017. Disponível em <https://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>. Acesso em: 15 nov. 2021.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens**. São José dos Campos: INPE, 2021. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 01 nov. 2021.

LEPSCH, I. F.; ESPINDOLA, C. R.; VISCHI FILHO, O. J.; HERNANI, L. C.; SIQUEIRA, D. S. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

LIEBMAN, M. **Sistemas de policultivos**. In: ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Rio de Janeiro-RJ: Expressão Popular / AS-PTA, 2012.

LIMA JÚNIOR, J. C.; VIEIRA, W. L.; MACÊDO, K. G.; SOUZA, S. A.; NASCIMENTO, F. A. L. Determinação das características morfométricas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada, Quixelô,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

CE. VII Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação - CONNEPI. **Anais** [...] 1-7, 2012. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Palmas, Brasil.

LIMA, M. M.; DONEGÁ, M. V. B.; SOUZA, T. W. S.; PANZA, M. R.; PACHECO, F. M. P.; CAVALHEIRO, W. C. S.; HARA, F. A. S.; VENDRUSCOLO, J. Hidrogeomorfometria da microbacia do rio Paraíso: informações para auxiliar o manejo dos recursos naturais na Amazônia Ocidental. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e41410313367, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13367>

LOLLO, J. A. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas**. 1995. Tese (Doutorado em Engenharia Geotécnica) - Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 1995.

MORETO, R. F.; MIRA, S. F.; SOARES, G. S.; SANTOS JUNIOR, N. R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J.; ROSA, D. M. Características geométricas, topográficas e hidrográficas da microbacia do rio Enganado, região sul da Amazônia Ocidental. **Revista Geográfica Venezolana**, edição especial, p. 110-124, 2019. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46149>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.

OLIVEIRA, J. P.; LIMA, A. C. R.; ANJOS, S. P.; BOONE, N. R. V.; HAUS, C. S.; JOHEM, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SOUZA, R. F. S.; VENDRUSCOLO, J. Hidrogeomorfometria e dinâmica da cobertura do solo da microbacia do Rio Santa Inês, Amazônia Ocidental, Brasil. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 1, p. e311012-e311012, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1012>

OLIVEIRA, R. H. R. **A Reforma Agrária e suas implicações no processo de desenvolvimento do estado de Rondônia**. 1994. Dissertação (Administração Pública) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro-RJ, 1994.

PACHECO, F. M. P.; VENDRUSCOLO, J.; RAMOS, H. R. R.; RODRIGUES, A. A. M.; CAVALHEIRO, W. C. S.; HARA, F. A. S. ROCHA, K. J.; SILVA, G. N. Caracterização hidrogeomorfométrica da microbacia do Rio São Jorge, Rondônia, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 4219-4236, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-301>

PANZA, M. R.; DONEGÁ, M. V. B.; PACHECO, F. M. P.; NAGAO, E. O.; HARA, F. A. S.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. Características da paisagem para manejo dos recursos naturais na microbacia do Rio Jacuri, Amazônia Ocidental, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 101532-101558, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-592>

PARVIS, M. Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. **Photogrammetric Engineering**, v. 16, p. 387-408, 1950. Disponível em: <https://trid.trb.org/view/121329>. Acesso em: 25 nov. 2021.

PEREIRA, M. F. V.; KAHIL, S. P. A lógica corporativa do uso do território em Rondônia: O agronegócio da soja na região de Vilhena. **Campo-Território: revista de geografia agrária**, v. 5, n. 10, p. 288-311, 2010. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/11991>. Acesso em: 11 fev. 2022.

RIBEIRO, L.; KOPROSKI, L. P.; STOLLE, L.; LINGNAU, C.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a Fazenda Experimental do Canguiri, Pinhais (PR). **Floresta**, v. 38, n. 3, p. 561-572, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v38i3.12430>



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina**, v. 26, n. 3, p. 315-338, 2005. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2319/1997>. Acesso em: 25 nov. 2021.

ROCHA, J. D. S.; SILVA, J. A. A lei da proteção da vegetação nativa e a efetividade para a recomposição das áreas de preservação permanente e reserva legal. **Revista Geográfica Venezuelana**, volume especial, p. 268-272, 2019. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46149>. Acesso em: 11 fev. 2022.

RODRIGUES, A.; BIRCKOLZ, C. J.; TETTO, A. F.; SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios florestais no Parque Estadual de Vila Velha (Paraná, Brasil) e propostas de prevenção e combate. **Revista Espacios**, v. 38, n. 43, p. 1-17, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n43/a17v38n43p17.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 17, p. 101-111, 2005. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0008>

ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, p. 320-340, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X26411>

RONDÔNIA. **Instrução Normativa nº 01/2020**: Dispõe sobre os critérios e procedimentos para a recomposição da Reserva Legal mediante o plantio do cacau (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agroflorestais e dá outras providências. Disponível em http://www.econet-editora.com.br/icms_ro/leg_ro/in/20/in_conj_sedam_seagri_emater_001_2020.php. Acesso em: 22 jan. 2022.

ROSA, D. M.; VENDRUSCOLO, J.; BRITO JÚNIOR, J. F. D.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SILVA, G. N. D.; BONIFÁCIO, G. R. Caracterización morfométrica de la microcuenca del Igarapé Nuevo Mundo, Amazonia Occidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezuelana**, volume especial, p. 140-150, 2019. Disponível em: <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/654321/3716>. Acesso em: 14 jan. 2022.

SANCHES, G. K.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; CARNEIRO, K. A. A.; CAVALHEIRO, W. C. S.; BALDEÓN, J. R. M.; VENDRUSCOLO, J. Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Mandi-prata, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Seção I, p. 1-25, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 22 nov. 2021.

SANTOS JUNIOR, N. R. F.; MAIA, E.; CAVALHEIRO, W. C. S.; ROCHA, J. D. S.; VENDRUSCOLO, J. Análise da paisagem da microbacia do rio Piranha-Preta, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, p. 1-26, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SANTOS NETO, L. A. **Variabilidade da precipitação horária em Porto Velho-RO e suas tendências anuais e sazonais**. 2014, 71f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2014. Disponível em: http://www.pgdra.unir.br/uploads/85796698/menus/dissertacoes/Luiz_Alves_Dissertacao_2011_2014.pdf. Acesso em: 07 fev. 2022.

SANTOS, A. A.; SILVA, E. C.; CARDOSO, L. A. P.; PRAIA, W. M.; HARA, F. A. S.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. Características hidrogeomorfológicas da microbacia do rio Águas Claras,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

Amazônia Ocidental, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e21110313363, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13363>

SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993X>

SANTOS, L. P.; ROSA, D. M.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J.; ROSELL, E. C. F.; BIGGS, T.; STACHIW, R. Hidrogeomorfometria e índice de desmatamento da microbacia do rio Tinguí, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, edição especial, p. 40-56, 2019. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46154>. Acesso em: 03 dez. 2021.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, 2002.

SILVA, A. F.; FERREIRA, K. R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; LIMA, A. C. R.; ROCHA, K. J.; ROSELL, E. C. F.; VENDRUSCOLO, J. Características da paisagem e dinâmica de desmatamento na microbacia do rio Deusdedit, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-21, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 20 nov. 2021.

SILVA, A. F.; TRONCO, K. M. Q.; VENDRUSCOLO, J.; OLIVEIRA, J. N.; CAVALHEIRO, W. C. S.; ROSA, D. M.; STACHIW, R. Geoprocessamento aplicado a hidrogeomorfometria e índice de desflorestamento na microbacia do rio D'Alincourt, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, edição especial, p. 210-225, 2019. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46149>. Acesso em: 17 nov. 2021.

SILVA, E. C.; PRAIA, W. M.; SANTOS, A. S.; CARDOSO, L. A. P.; HARA, F. A. S.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. Características hidrogeomorfológicas da microbacia Três Galhos, Amazônia Ocidental, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, e20910212408, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12408>

SILVA, G. C.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; HARA, F. A. S.; VENDRUSCOLO, J. Hidrogeomorfometria e dinâmica de cobertura do solo da microbacia do rio Segredo, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I: p. 1-24, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 11 fev. 2021.

SILVA, M. L. H.; SILVA, E. C.; NAGAO, E. O.; CAVALHEIRO, W. C. S.; MAIA, E.; ALVES, S. R. M.; SCOTTI, M. S. V.; HARA, F. A. S.; VENDRUSCOLO, J. Hidrogeomorfometria da microbacia do rio Cutia, Amazônia Sul-Ocidental, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e23810514964, 2021c. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14964>

SILVA, Q. D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. 2012. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

SMITH, H. T. U. **Aerial Photographs and their Applications**. New York, USA: D. Appleton-Century Co, 1943.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

SOARES, A. É. S.; VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; ROSA, M. R. Índice de desmatamento do Território Central de Rondônia, de 1984 a 2017. **Revista Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 12, n. 18, p. 1-21, 2020. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-18-2020>. Acesso em: 09 fev. 2022.

SOARES, G. S.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; MIRA, S. F.; MORETO, R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J.; ROSA, D. M. Uso de plataforma SIG na caracterização morfométrica da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, edição especial, p. 84-95, 2019. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46157>. Acesso em: 22 nov. 2021.

TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; FERRAZ, S. F. B.; METZGER, J. P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, 151-162, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200010>

TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. D.; DIAS, N. W.; MATOS, F. C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 2, p. 120-142, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993X>

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236>

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, p. 130-137, 1980. DOI: <https://doi.org/10.1139/f80-017>

VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; ROSA, D. M.; STACHIW, R.; VENDRUSCOLO, R.; SIQUEIRA, A. S.; BIGGS, T. Hidrogeomorfometria e desmatamento na microbacia do rio Manicoré, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, edição especial, p. 226-241, 2019. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46171>. Acesso em: 12 nov. 2021.

VENDRUSCOLO, J.; MEIRA FILHO, W. R.; SANTOS JUNIOR, N. R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SOUZA, E. F. M.; NAGAO, E. O.; FULAN, J. Â. Análise da paisagem na microbacia Rio das Almas, Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 11, p. e211982-e211982, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i11.982>

VENDRUSCOLO, J.; PACHECO, F. M. P.; RAMOS, H. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; RODRIGUES, A. A. M. Hidrogeomorfometria da microbacia Alto Rio Escondido: informações para auxiliar o manejo dos recursos naturais na Amazônia ocidental. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 9709-9730, 2020b. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n3-011>

VENDRUSCOLO, J.; PACHECO, F. M. P.; RODRIGUES, A. A. M.; RAMOS, H. F.; ROSA, D. M.; CAVALHEIRO, W. C. S. Características morfométricas da microbacia do Médio Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 565-585, 2020a. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n1-040>

VENDRUSCOLO, J.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; MACEDO, T. M.; DONEGÁ, M. V. B.; FULAN, J. Â.; SILVA SOUZA, R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO ARIRANHA, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 1, p. e311034-e311034, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1034>



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOINDICADORES COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE DOS PROCESSOS ANTROPOGEOMORFOLÓGICOS NA MICROBACIA DO RIO TRACAJÁ, AMAZÔNIA, BRASIL
Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Eduarda Simões da Silva, André Lucas Brito Rodrigues, Elvino Ferreira, Renato Francisco da Silva Souza, João Anderson Fulan, Antônio Augusto Marques Rodrigues, Izaias Médice Fernandes, Jhony Vendruscolo

VENDRUSCOLO, J.; SILVA, A. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; STACHIW, R.; MARIN, A. M. P. Índice de desmatamento na bacia do rio Bamburro durante o período de 1985 a 2015, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Venezuelana**, v. 58, n. 2, p. 378-393, 2017. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=347753793008>. Acesso em: 12 nov. 2021.

VENDRUSCOLO, J.; SILVA, C. L.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JUNIOR, N. R. F.; CARNEIRO, K. A. A.; STACHIW, R.; TRONCO, K. M. Q.; HARA, F. A. S. Características hidrogeomorfológicas para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Bambuzinho, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-23, 2021a. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 24 nov. 2021.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo-SP: McGraw-Hill, 1975.

VZZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 965-969, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000600007>

ZAMILIAN, A. A. E.; PAULA, G. P.; ZAMILIAN, J. A. E. Avaliação Microbiológica de Águas de Poços Artesianos em Propriedades Rurais no Município de Colorado do Oeste – Rondônia. **Revista Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 6, n. 3, p. 25-37, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18316/sdh.v6i3.4606>

ZONTA, J. H.; SOFIATTI, V.; COSTA, A. G. F.; SILVA, O. R. R. F.; BEZERRA, J. R. C.; SILVA, C. A. D.; BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, I.; CORDEIRO JÚNIOR, A. F.; CARTAXO, W. V.; RAMOS, E. N.; OLIVEIRA, M. C.; CUNHA, D. S.; MOTA, M. O. S.; SOARES, A. N.; BARBOSA, H. F. **Práticas de conservação de solo e água**. Campina Grande – PB: Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, 2012.