



**ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA
MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL**

***HYDROGEOMORPHOMETRIC ANALYSIS AND DYNAMICS OF SOIL COVERAGE IN THE
FORMOSO RIVER MICROBASIN, WESTERN AMAZON, BRAZIL***

Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior¹, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro², Emanuel Fernando Maia de Souza³, Renato Francisco da Silva Souza⁴, Izaias Médice Fernandes⁵, João Anderson Fulan⁶, Jhony Vendruscolo⁷

e321134

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1134>

RESUMO

As informações das características hidrogeomorfológicas e da dinâmica de cobertura do solo de microbacias são fundamentais para o planejamento adequado do uso da terra. Portanto, objetivou-se com este trabalho analisar as características geométricas, topográficas, hidrográficas e a dinâmica de cobertura do solo da microbacia e zona ripária do rio Formoso utilizando ferramentas geotecnológicas e equações. A microbacia tem área de 12,63 km², perímetro de 21,53 km, forma alongada, baixa susceptibilidade a enchentes, altitudes de 261 a 368 m, predominância de relevo suave ondulado, 89,87% da área com baixa influência na propagação de incêndios e 96,75% variando de apta a extremamente apta à mecanização agrícola, padrão de drenagem dendrítico de 3^a ordem, suscetível a secagem durante o período de baixa pluviosidade, baixa densidade de nascentes, média densidade de drenagem, coeficiente de manutenção de 829,8 m² m⁻¹, canal principal muito reto e tempo de concentração de 1,83 h. No período de 37 anos, a área da cobertura de floresta nativa foi reduzida constantemente, passando de 100%, em 1984 para 19,48% e 67,35% da microbacia e da zona ripária, respectivamente em 2021. Em contrapartida, constatou-se o crescimento da área de agropecuária, que atualmente (2021) ocupa 80,52% da área da microbacia e 32,65% da zona ripária. O avanço da agropecuária sobre a zona ripária, ilustra a urgência da execução de ações visando a recomposição da vegetação nativa, o equilíbrio dos ecossistemas e a manutenção dos corpos de água da microbacia.

PALAVRAS-CHAVE: Cobertura florestal. Bacias hidrográficas. Sistemas de informações geográficas.

ABSTRACT

Information on hydrogeomorphometric characteristics and soil cover dynamics of microbasins are essential for proper land use planning. Therefore, the objective of this work was to analyze the geometric, topographic, hydrographic characteristics and the dynamics of the soil cover of the microbasin and riparian zone of the Formoso river using geotechnological tools and equations. The microbasin has an area of 12.63 km², perimeter of 21.53 km, elongated shape, low susceptibility to flooding, altitudes of 261 to 368 m, predominance of smooth wavy relief, 89.87% of the area with low influence on the propagation of fires and 96.75% ranging from suitable to extremely suitable for agricultural mechanization, 3rd order dendritic drainage pattern, susceptible to drying out during the low rainfall period, low density of springs, medium drainage density, maintenance coefficient of 829.8 m² m⁻¹, very straight main channel and concentration time of 1.83 h. In the 37-year period, the area of native forest cover was constantly reduced, from 100% in 1984 to 19.48% and 67.35% of the microbasin and riparian zone, respectively, in 2021. the growth of the agricultural area, which currently (2021) occupies 80.52% of the microbasin area and 32.65% of the riparian zone. The advance of agriculture on the

¹ Universidade Federal de Rondônia

² Cavalheiro Engenharia Rural e Empresarial Ltda

³ Universidade Federal de Rondônia

⁴ Pesquisador bolsista DCTA FAPEAM/UFAM

⁵ Universidade Federal de Rondônia

⁶ Universidade Federal de São Carlos

⁷ Universidade Federal do Amazonas



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

riparian zone illustrates the urgency of implementing actions aimed at the restoration of native vegetation, the balance of ecosystems and the maintenance of water bodies in the microbasin.

KEYWORDS: *Forest cover. Hydrographic basins. Geographic information systems*

INTRODUÇÃO

Os conhecimentos das características físicas de bacias hidrográficas, como as geométricas, topográficas e hidrográficas são fundamentais para o planejamento e gestão adequada do uso do solo. Essas informações fornecem subsídios para que o aproveitamento dos recursos hídricos seja feito de forma racional, uma vez que tais características podem ser utilizadas para explicar eventos passados e permitir a realização de prognósticos como, por exemplo, na gestão de recursos hídricos de uma cidade, possibilitando quantificar a capacidade de infiltração de água no solo e a previsão de riscos de enchentes (VEIGA; CARDOSO; LIMA, 2013). Além disso, é possível identificar outras fragilidades ambientais como a influência da declividade na propagação de incêndios (RIBEIRO *et al.*, 2008), bem como potencialidades econômicas, como a presença de áreas aptas à mecanização agrícola (HÖFIG; ARAUJO-JUNIOR, 2015) e a disponibilidade de canais de escoamento (CHRISTOFOLETTI, 1979).

A dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo é outro parâmetro importante para o manejo adequado de bacias hidrográficas, uma vez que a partir destas análises podem ser extraídas informações de padrões espectrais e espaciais de diferentes tipos de uso e cobertura, por meio de classificações temáticas de imagens de satélite (MENESES; ALMEIDA, 2012), tais como a área da cobertura de floresta e áreas antropizadas. Logo, a obtenção destas informações ao longo do tempo permite identificar a manutenção ou perda da cobertura de vegetação nativa, principalmente nas áreas protegidas como nas Áreas de Preservação Permanente (APP), nos limites definidos pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), além de permitir identificar áreas prioritárias para a execução de ações de recomposição da vegetação nativa (SILVA *et al.*, 2021; MORETO *et al.*, 2021; PANZA *et al.*, 2021). A vegetação nativa é imprescindível para a preservação desse manancial, visando a manutenção da disponibilidade e qualidade da água em longo prazo, pelo fato de exercer funções eco hidrológicas na paisagem (TAMBOSI *et al.*, 2015).

A obtenção destas informações na microbacia do rio Formoso é importante, uma vez que esta microbacia está inserida na bacia do Guaporé e sub-bacia do rio Vermelho, no município de Vilhena, estado de Rondônia. Este município é hoje um dos maiores produtores de soja do estado de Rondônia (COSTA SILVA, 2014), concentrando as principais empresas de transporte de grãos, maquinários e assistência técnica, consolidando-se, portanto, o centro da economia do agronegócio do estado (LUS, 2012). Além disso, foi possível constatar que a microbacia possui 31 estabelecimentos agropecuários privados (INCRA, 2018). Conseqüentemente, atrelado ao elevado potencial econômico da área, surgem-se as preocupações sobre os impactos ambientais, não somente na área em estudo, como também em toda a região à jusante da microbacia.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho analisar as características geométricas, topográficas, hidrográficas e a dinâmica de cobertura do solo da microbacia do rio Formoso, utilizando-se das geotecnologias como ferramenta de obtenção de dados, visando disponibilizar informações detalhadas da paisagem e oferecer subsídios para o planejamento do uso adequado dos recursos naturais, em busca do desenvolvimento sustentável da região.

MATERIAIS E MÉTODO

Localização e características gerais da área de estudo

A microbacia do rio Formoso está inserida na sub-bacia do rio Vermelho e bacia do rio Guaporé, localizada no município de Vilhena, no estado de Rondônia (Figura 1). A região tem clima classificado como 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), solos classificados como Neossolos Quartzarênicos (92,88%) e Gleissolos distróficos (7,12%) (SEDAM, 2002), e litologia classificada como arenito (62,14%), arenito e conglomerado (37,24%) e material superficial (silte, cascalho e argila) (0,63%) (CPRM, 2021).

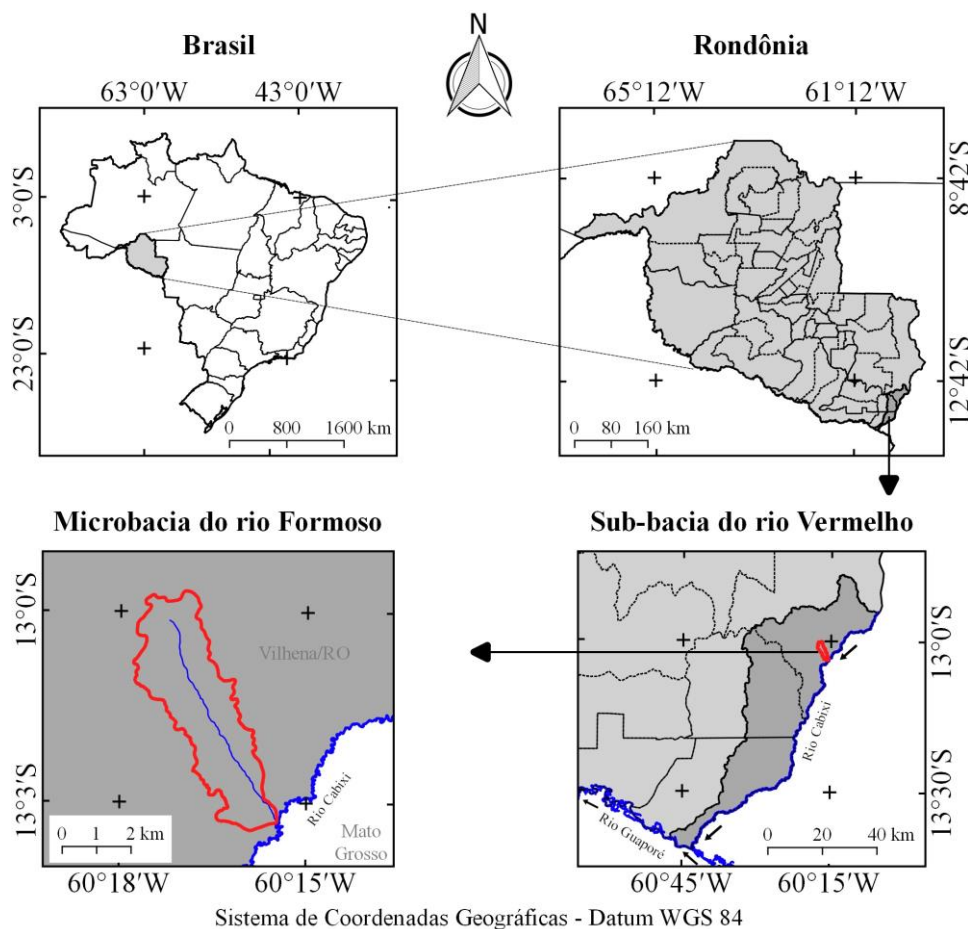


Figura 1. Localização da microbacia do rio Formoso, município de Vilhena, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, 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 dando destaque para 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 do Programa QGIS (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 (km^2); 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 (km^2); P = perímetro da microbacia (km).

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

Onde: Kc = coeficiente de compacidade; A = área da microbacia (km^2); P = perímetro da microbacia (km).

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

Parâmetro	Limite	Classe
Fator de forma ¹	< 0,50 0,50 – 0,75 0,76 – 1,00	Não sujeito a enchentes Tendência média a enchentes Sujeito a enchentes
Índice de circularidade ²	< 0,51 0,51 – 0,75 0,76 – 1,00	Forma alongada Forma intermediária Forma circular
Coeficiente de compacidade ₁	1,00 – 1,25 1,26 – 1,50 > 1,50	Alta propensão a enchentes Tendência média a enchentes 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).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

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 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 (km^2).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

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

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

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

Onde: Cm = coeficiente e manutenção ($\text{m}^2 \text{m}^{-1}$); 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).

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

Onde: Tc = tempo de concentração (minutos); L = comprimento do talvegue principal (km); H = desnível entre a parte mais elevada e a seção de controle (m).

Os parâmetros ordem dos rios, densidade de nascentes, densidade de drenagem e índice de sinuosidade foram classificados de acordo com a literatura (Tabela 3).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
 Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

Tabela 4. Características das imagens dos satélites *Landsat 5* e *Landsat 8*, utilizadas para elaboração do índice de desmatamento na microbacia do rio Formoso.

Ano	Satélite	Sensor	B	Resolução				Órbita/ Ponto
				Espectral (μm)	Espacial (m)	Radiométrica (bits)	Temporal (dias)	
1984	<i>Landsat 5</i>	TM	3	0,63-0,69	30	8	16	229/69
			4	0,76-0,90				
			5	1,55-1,75				
2021	<i>Landsat 8</i>	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:

1° 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*).

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

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

4° 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 em cada margem dos rios, conforme o estabelecido pela Lei nº 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características geométricas

A microbacia do rio Formoso tem área de 12,63 km², perímetro de 21,53 km, fator de forma de 0,26, índice de circularidade de 0,34 e coeficiente de compacidade de 1,70. Estes resultados permitem classificar a microbacia como de formato alongado e não sujeito a enchentes. Em bacias hidrográficas de formato alongado existe menor probabilidade de ocorrência de chuvas em toda área de forma



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

simultânea, contribuindo para a formação de enchentes, quando comparadas com bacias de áreas equivalentes, porém com formato circular (VILLELA; MATTOS, 1975). Todavia, esta interpretação é restrita apenas ao ponto de vista geométrico, pois outros fatores como a declividade, o tempo de concentração e a cobertura do solo, também exercem influência na ocorrência de enchentes, conforme descrito posteriormente.

Características topográficas

Na microbacia do rio Formoso, os valores de altitude variam de 261 a 368 m, com valor médio de 314 m, conferindo uma amplitude altimétrica de 107 m (Figura 2). De modo geral, há uma relação inversa entre a altitude e a temperatura média, resultando em uma diminuição média de aproximadamente 1°C a cada 126 m de elevação da altitude, logo, a altitude demonstra-se ser um parâmetro importante a ser considerado em zoneamentos de aptidão de uso da terra (FRITZSON; MANTOVANI; AGUIAR, 2008). Em superfícies com elevadas amplitudes altimétricas (340 a 810 m), a estrutura arbórea pode variar de forma abrupta, contudo, não somente pela altitude, mas sim, devido a um conjunto de fatores que ocorrem simultaneamente, como clima, solo e geomorfologia (CAGLIONI *et al.*, 2018). Logo, a amplitude altimétrica da microbacia (107 m) é considerada baixa de acordo com dados de Caglioni *et al.*, (2018), indicando baixa variação na estrutura arbórea da vegetação nativa na microbacia.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

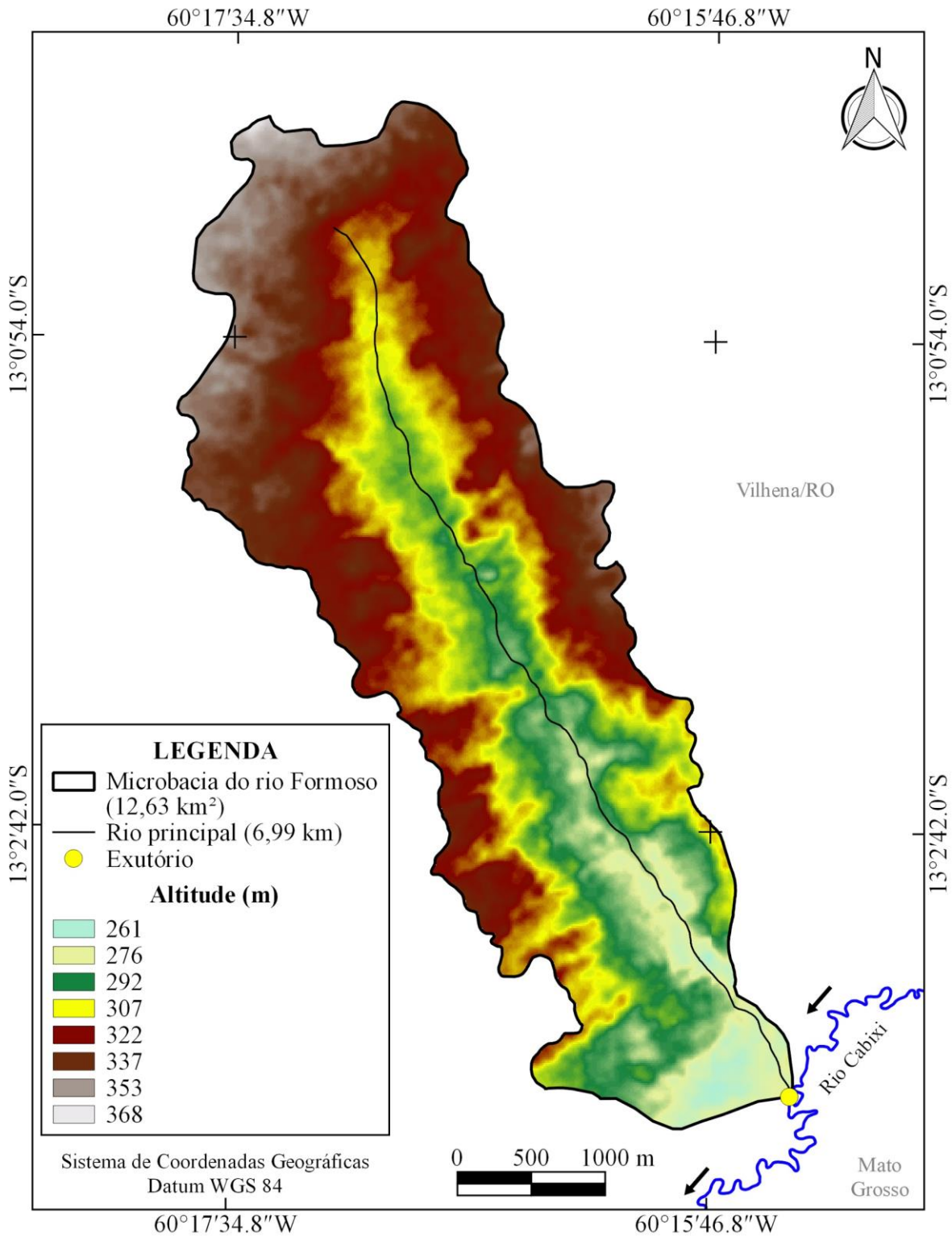


Figura 2. Altitude da microbacia do rio Formoso, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

Em trabalho realizado por Bourke (2010), nele foram levantados os limites altitudinais de adaptação de 230 espécies vegetais de interesse econômico, muitas das quais se enquadram na mesma faixa de altitude da microbacia do rio Formoso como, por exemplo: o abacaxi (*Ananas comosus*), amendoim (*Arachis hypogaea*), arroz (*Oryza sativa*), banana (*Musa cvs.*), cacau (*Theobroma cacao*), café (*Coffea canephora* var. robusta), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), goiaba (*Psidium guajava*), laranja (*Citrus sinensis*), limão (*Citrus limon*), mandioca (*Manihot esculenta*), mamão (*Carica papaya*), melancia (*Citrullus lanatus*), milho (*Zea mays*) e tomate (*Lycopersicon esculentum*). Portanto, são opções viáveis de cultivo para os agricultores da região, pois além das condições topográficas favoráveis para sua ocorrência, estas espécies também já foram ou estão sendo cultivadas no município de Vilhena, onde encontra-se inserida a microbacia do rio Formoso, com destaque para as espécies tomate (rendimento de 48.364 kg ha⁻¹), cana-de-açúcar (rendimento de 40.000 kg ha⁻¹) e abacaxi (rendimento de 33.000 frutos ha⁻¹), pois continuam os maiores rendimentos médios em kg ha⁻¹ e frutos ha⁻¹, respectivamente, no ano de 2020 (IBGE, 2020).

A declividade da microbacia varia de 0 a 39%, resultando na formação de quatro classes de relevo, de plano a forte ondulado, mas com predominância das classes suave ondulado (45,61%) e ondulado (37,29%), abrangendo 82,90% da área total (Figura 3).

O relevo, classificado a partir da declividade do terreno (%), exerce influência na velocidade de escoamento superficial, sendo constatado que em relevo suave ondulado e ondulado (relevos de maior predominância na microbacia) a velocidade de escoamento superficial é considerada lenta ou média e média ou rápida, respectivamente (LEPSCH *et al.*, 2015). Neste contexto, verifica-se que as microbacias com predominância de relevos com declividades mais acentuadas apresentam maiores riscos de perda de solo e água, principalmente quando o solo se encontra com superfícies expostas (FERREIRA *et al.*, 2010). Portanto, nas áreas mais íngremes do terreno, principalmente na classe de relevo forte ondulado, é imprescindível a adoção de práticas conservacionistas do solo nos sistemas agropecuários, visando favorecer a infiltração de água e reduzir a velocidade de escoamento superficial, a fim de mitigar a formação de processos erosivos e, conseqüentemente, reduzir as perdas de solo e água.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

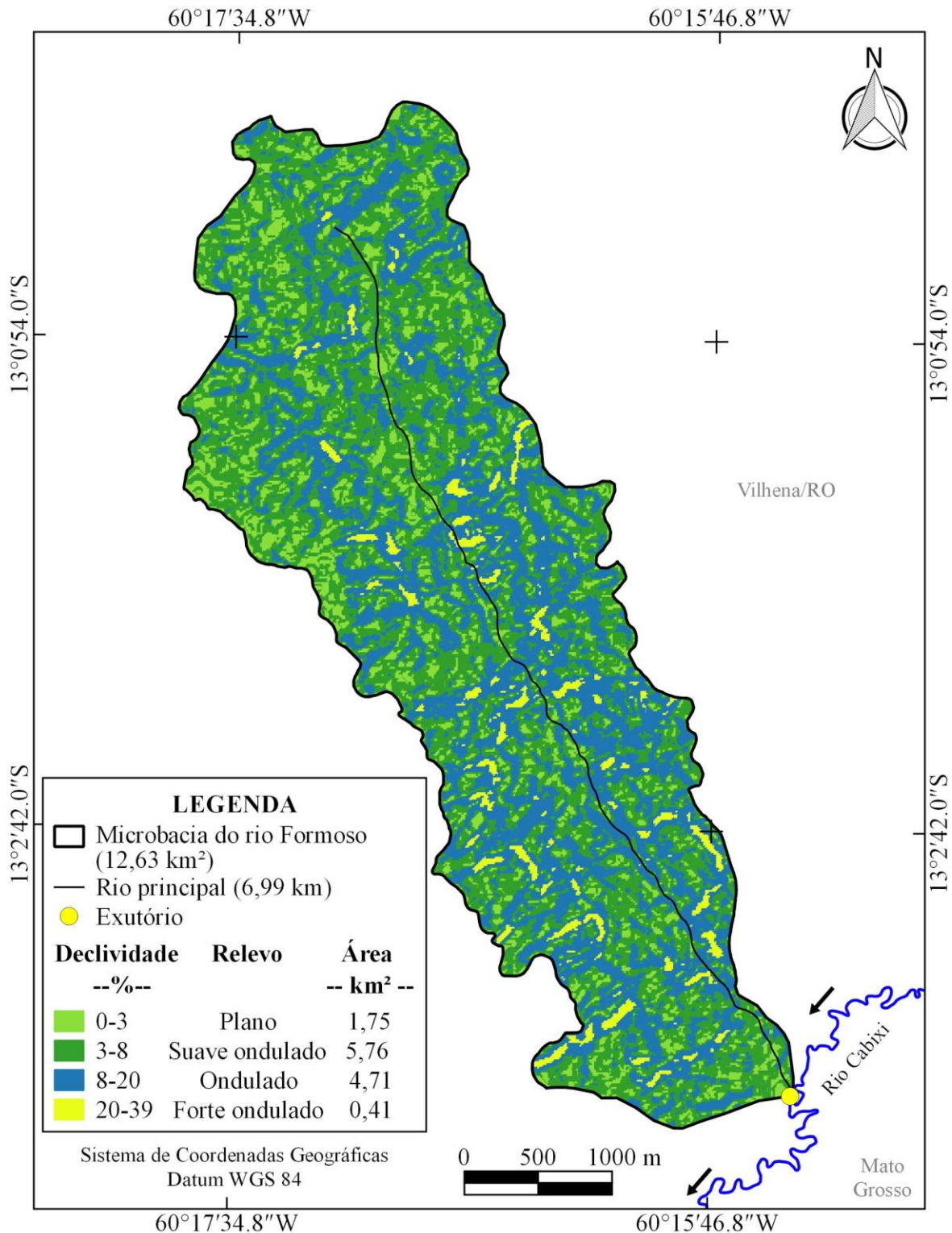


Figura 3. Relevo da microbacia do rio Formoso, Amazônia Ocidental, Brasil.

Na microbacia do rio Formoso, pode-se verificar regiões com diferentes níveis de influência na propagação de incêndios, variando de baixa até muito alta (Tabela 5).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

Tabela 5. Classificação do nível de influência na propagação de incêndios na microbacia do rio Formoso, Amazônia Ocidental, Brasil.

Classe	Área na microbacia	
	-- km ² --	-- % --
Baixa	11,35	89,87
Moderada	1,17	9,26
Alta	0,10	0,79
Muito alta	0,01	0,08

Com base nas informações constatadas na tabela 5, verifica-se a necessidade de se trabalhar com práticas de prevenção e controle de incêndios nas áreas mais íngremes, apesar da menor predominância deste tipo de relevo na área total da microbacia. Dentre as propostas de mitigação e combate a propagação de incêndios, destacam-se a difusão de projetos de educação ambiental, execução e otimização de aceiros e estudos relacionados à identificação da carga de material combustível na área (RODRIGUES *et al.*, 2017).

Além disso, a partir da declividade, também pode-se estratificar a área da microbacia em função da aptidão à mecanização agrícola e, logo, nota-se que a microbacia tem regiões distintas que variam de extremamente apta à não apta (Tabela 6).

Tabela 6. Classificação do nível de aptidão à mecanização agrícola na microbacia do rio Formoso, Amazônia Ocidental, Brasil.

Classe	Área na microbacia	
	-- km ² --	-- % --
Extremamente apta	4,07	32,22
Muito apta	5,05	39,98
Apta	2,23	17,66
Moderadamente apta	0,87	6,89
Não apta	0,41	3,25

A partir dos resultados da tabela 6, constata-se que 96,75% da área da microbacia tem potencial para o emprego de mecanização agrícola no sistema agropecuário, principalmente se considerar que entre as classes de relevo plano a ondulado, o declive por si só, não oferece dificuldades para a locomoção do maquinário, como observado por Lepsch *et al.* (2015). Estas características do relevo ajudam a explicar o fato do município de Vilhena (onde está localizada a microbacia) ser, de acordo com Costa Silva (2014), o centro da regionalização do agronegócio da soja no estado de Rondônia.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

Características hidrográficas

A microbacia tem rede de drenagem de 15,22 km e padrão de drenagem dendrítico, com hierarquia fluvial de 3ª ordem (Figura 4). O padrão da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica é resultante do componente geológico-estrutural e sua história geomorfológica, uma vez que os fatores que influenciam nestes arranjos da rede de drenagem em uma determinada região, estão relacionados com a resistência das rochas aos processos erosivos, além de suas estruturas (fraturas, falhas e dobras) (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

O padrão dendrítico de drenagem é formado sobre o substrato geológico (rocha e estrutura) sedimentar horizontal e uniforme ou rocha cristalina (SCHUMM; DUMONT; HOLBROOK, 2000), corroborando com os dados da microbacia, visto que a mesma apresenta 99,37% de sua área coberta por rochas sedimentares, com destaque para o arenito. Essa característica permite o escoamento homogêneo em todas as direções, e assim, uma rede de drenagem bem distribuída espacialmente na paisagem.

A hierarquia fluvial de 3ª ordem informa que o rio Formoso é pequeno e com baixa probabilidade de secar durante o período de estiagem (Tabela 3), conseqüentemente, a microbacia tem médio potencial para o desenvolvimento da piscicultura. Para se identificar o verdadeiro potencial para a piscicultura são recomendados estudos específicos sobre o ecossistema aquático, incluindo a ictiofauna da região, bem como a análise de vazão dos cursos d'água ao longo do ano, ambos estudos realizados em campo.

Além do padrão de drenagem dendrítico, constatou-se que a microbacia tem 27 nascentes (Figura 5), baixa densidade de nascentes (2,14 nascentes km²) e média densidade de drenagem (1,21 km km⁻²), informando baixa aptidão para formação de novos cursos d'água e média disponibilidade hídrica. Esses resultados estão associados a vários fatores, com destaque para a predominância de substratos com alta permeabilidade, tanto na superfície (Neossolo Quartzarênico) quanto na subsuperfície (arenito e materiais inconsolidados), o que resulta em menor escoamento superficial e, conseqüentemente, menor formação de canais e nascentes sob a vegetação nativa.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

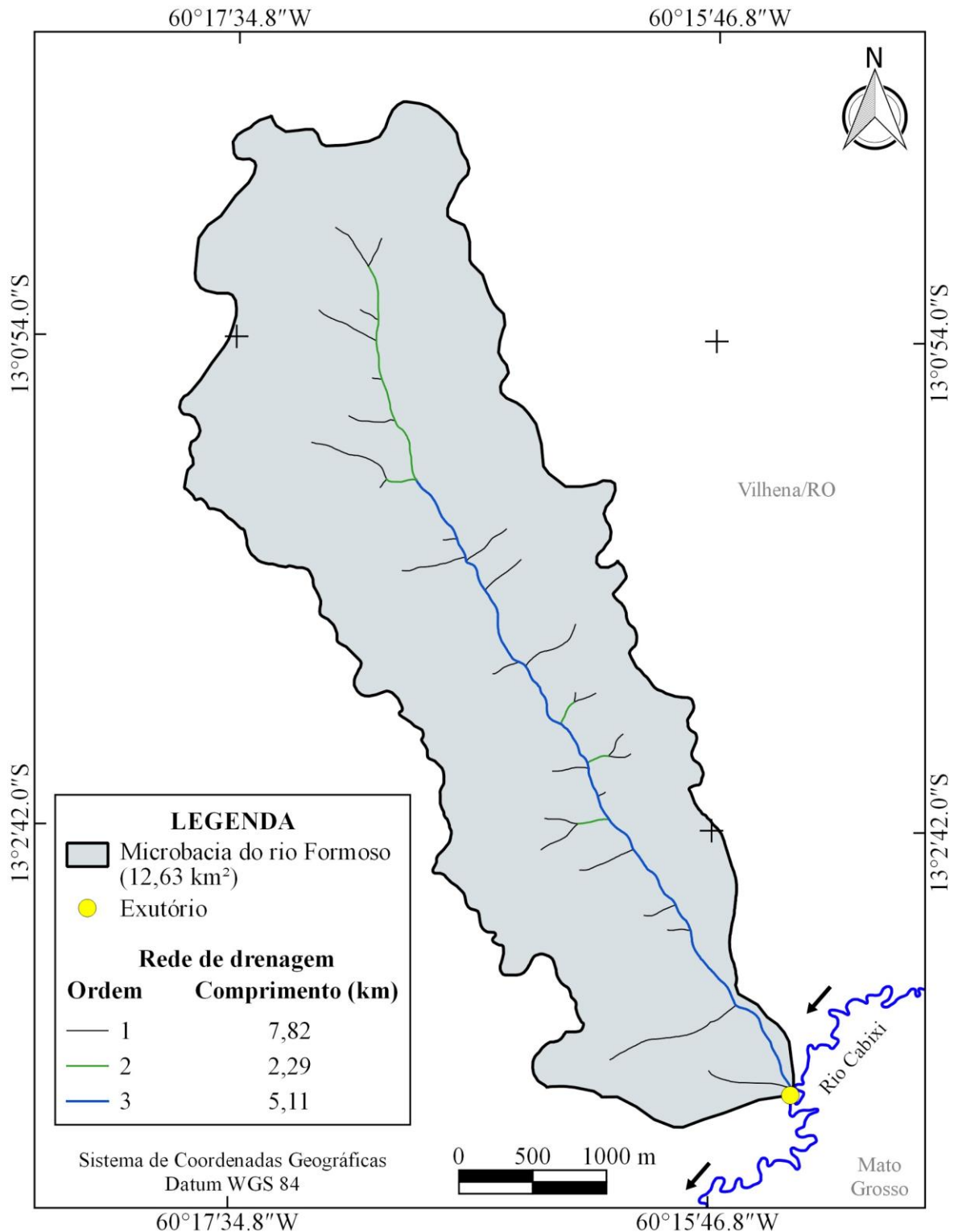


Figura 4. Rede e ordem dos rios da microbacia do rio Formoso, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

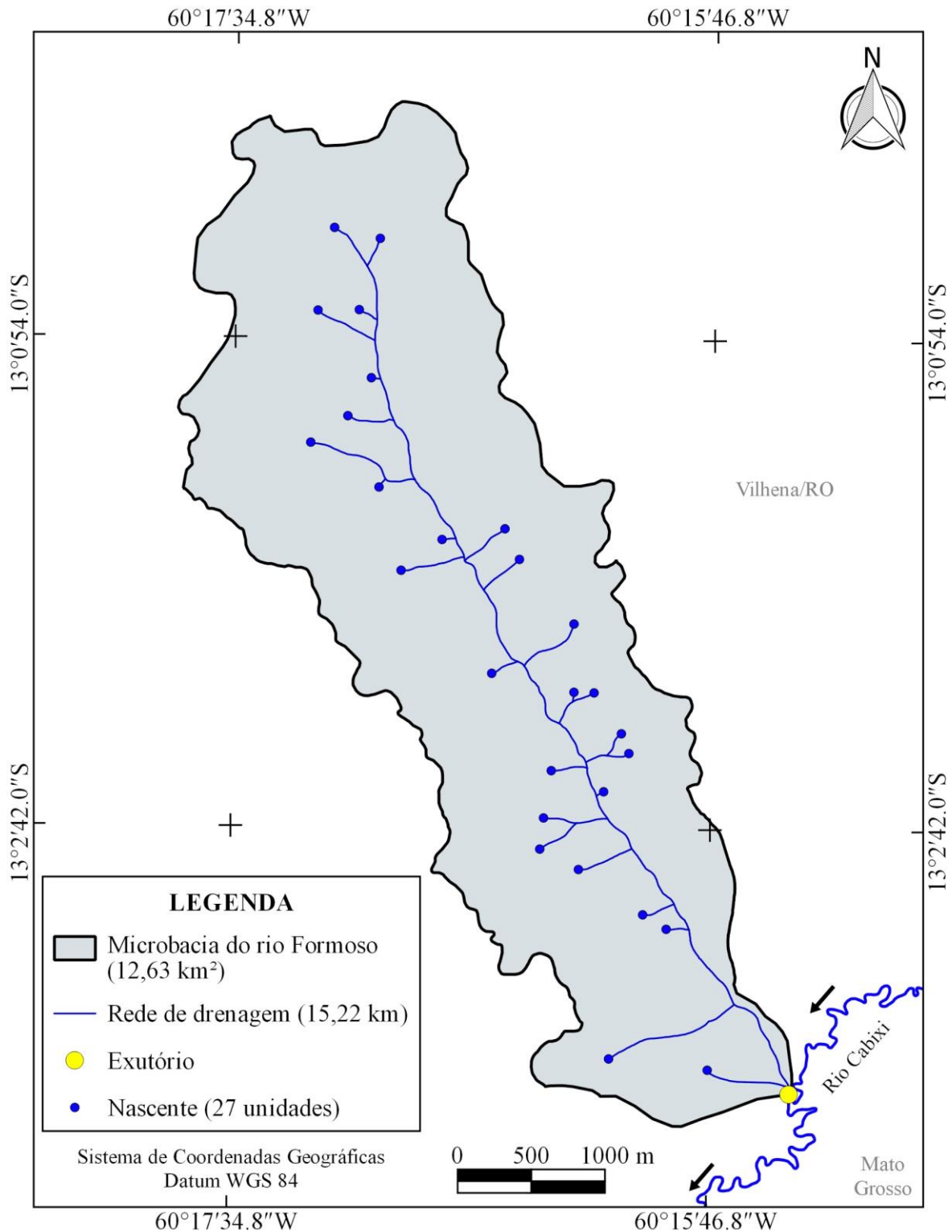


Figura 5. Distribuição espacial das nascentes na microbacia do rio Formoso, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

A densidade de drenagem é uma das variáveis mais importantes nas análises hidrogeomorfológicas de bacias de drenagem, pois expressa a quantidade disponível de canais de escoamento (CHRISTOFOLETTI, 1979). Logo, mediante as características constatadas, recomenda-se a implementação de práticas de manejo conservacionista, visando favorecer o acúmulo de matéria orgânica no solo, uma vez que, segundo Santos *et al.* (2018), os Neossolos Quartzarênicos apresentam textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico ou lítico fragmentário.

Os Neossolos Quartzarênicos têm naturalmente baixa capacidade de retenção de água, justificando o uso de práticas conservacionistas para aumentar a capacidade de retenção de água e garantir a disponibilidade ao longo do ano, principalmente no período de estiagem, onde há riscos de escassez hídrica.

O coeficiente de manutenção da microbacia informa a área mínima necessária para uma determinada bacia hidrográfica manter perene um metro de curso d'água (SANTOS; MORAIS, 2012), e no caso da microbacia do rio Formoso esse valor é de $829,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$. O valor obtido para o coeficiente de manutenção é considerado alto, e está associado à densidade média de drenagem da microbacia. Em outras microbacias da região, com densidades de drenagem classificadas de alta a muito alta, como nas microbacias dos rios Águas Claras (SANTOS *et al.*, 2021), Paraíso (LIMA *et al.*, 2021), Piau (PRAIA *et al.*, 2021) e Três Galhos (SILVA *et al.*, 2021), os coeficientes de manutenção foram menores ($366,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$, $283,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$, $329,2 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$ e $254,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$, respectivamente), exemplificando a relação entre a densidade de drenagem e o coeficiente de manutenção.

O índice de sinuosidade obtido para a microbacia foi de 4,86%, este valor informa que o canal principal da microbacia do rio Formoso é muito reto. Em geral, o grau de sinuosidade dos cursos hídricos é resultante da carga de sedimentos, característica litológica, estrutura geológica e declividade da área da bacia hidrográfica em estudo (SANTOS; CARVALHO; ANTONELI, 2016).

Além disso, este parâmetro exerce influência na velocidade de escoamento, uma vez que em canais retilíneos tendem a ter maior velocidade de escoamento em comparação com canais sinuosos (VILLELA; MATTOS, 1975; ARAUJO; SILVA, 2011). Neste sentido, constata-se que a razão entre o comprimento do curso de água principal (km) e o tempo de concentração (h) da microbacia, resulta em uma velocidade de escoamento média de $3,82 \text{ km h}^{-1}$.

O tempo de concentração é 1,83 h (1 hora e 50 minutos), sendo este o período necessário para a água percorrer a distância entre o local mais distante da microbacia, do ponto de vista hidráulico, até o seu exutório. Este valor é considerado baixo, uma vez que foram estimadas ocorrências de precipitações com durações de 1 a 6 horas, com intensidades de $47,6$ a $13,6 \text{ mm h}^{-1}$ em um período de retorno de 2 anos, para o município de Colorado do Oeste (FIETZ *et al.*, 2011), região próxima de Vilhena, onde situa-se a microbacia do rio Formoso. Logo, quando a duração e o volume das chuvas forem superior ao tempo de concentração, toda a área da microbacia pode contribuir simultaneamente na formação de enchentes, independentemente de seu formato geométrico alongado, pois a



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

quantidade de água precipitada que atinge a superfície pode ser superior a capacidade de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, contribuir no aumento do escoamento superficial e na ocorrência de enchentes.

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

No ano de 1984, a cobertura de floresta nativa ocupava 100% da área total da microbacia e, a partir deste ano, iniciou-se o processo de supressão constante da cobertura de floresta nativa para a implantação de sistemas agropecuários, de modo que, em 2021, a floresta nativa passou a ocupar somente 19,48% da área, cedendo espaço para o avanço da agropecuária, que ocupa, atualmente, 80,52% da área total da microbacia (Figura 6).

A dinâmica temporal e espacial da cobertura do solo da zona ripária, ocorreu de forma semelhante à microbacia, com ocupação da cobertura de floresta nativa em sua totalidade no ano de 1984, e o aumento da área de agropecuária a partir desse ano até o ano de 2021, chegando a ocupar 32,65% da área total (Figura 7). Essa ocupação é preocupante, por se tratar de uma área protegida pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), denominada de Área de Preservação Permanente (APP).

A colonização agrícola do estado de Rondônia ocorreu principalmente entre as décadas de 1970 a 1990, principalmente após a abertura da BR-364, sendo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) o órgão responsável pela execução dos projetos de assentamento (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Um exemplo é o projeto de assentamento Nova Conquista, criado em 12 de setembro de 1989 (INCRA, 2021), onde está localizada a microbacia em estudo. Como reflexo destes projetos, têm-se o aumento do desflorestamento, pois era a forma encontrada pelos colonos de mostrar que a terra era produtiva, como observado por Fiori, Fiori e Nenevé (2013). Ainda segundo estes autores, outro fator que contribuiu com o desflorestamento foi a ausência de infraestrutura por parte destes colonos, o que fez com que os mesmos vendessem os lotes para os pecuaristas, incentivando o avanço da agropecuária no estado e, principalmente no município de Vilhena.

O crescimento das áreas de agricultura, pecuária e silvicultura é fundamental para o desenvolvimento econômico do estado, contudo, deve ser mantido uma quantidade adequada de floresta nativa em cada posição do relevo (topo de morros, encostas, zona ripárias e intervalos) para garantir a qualidade e a disponibilidade de água (TAMBOSI *et al.*, 2015). Logo, ao realizar a sobreposição das informações do relevo da microbacia (Figura 3), com a dinâmica temporal e espacial da cobertura do solo na microbacia (Figura 6) e zona ripária (Figura 7), constata-se a necessidade de ações de recomposição da floresta nativa em locais estratégicos da microbacia, visando a conservação dos recursos naturais.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

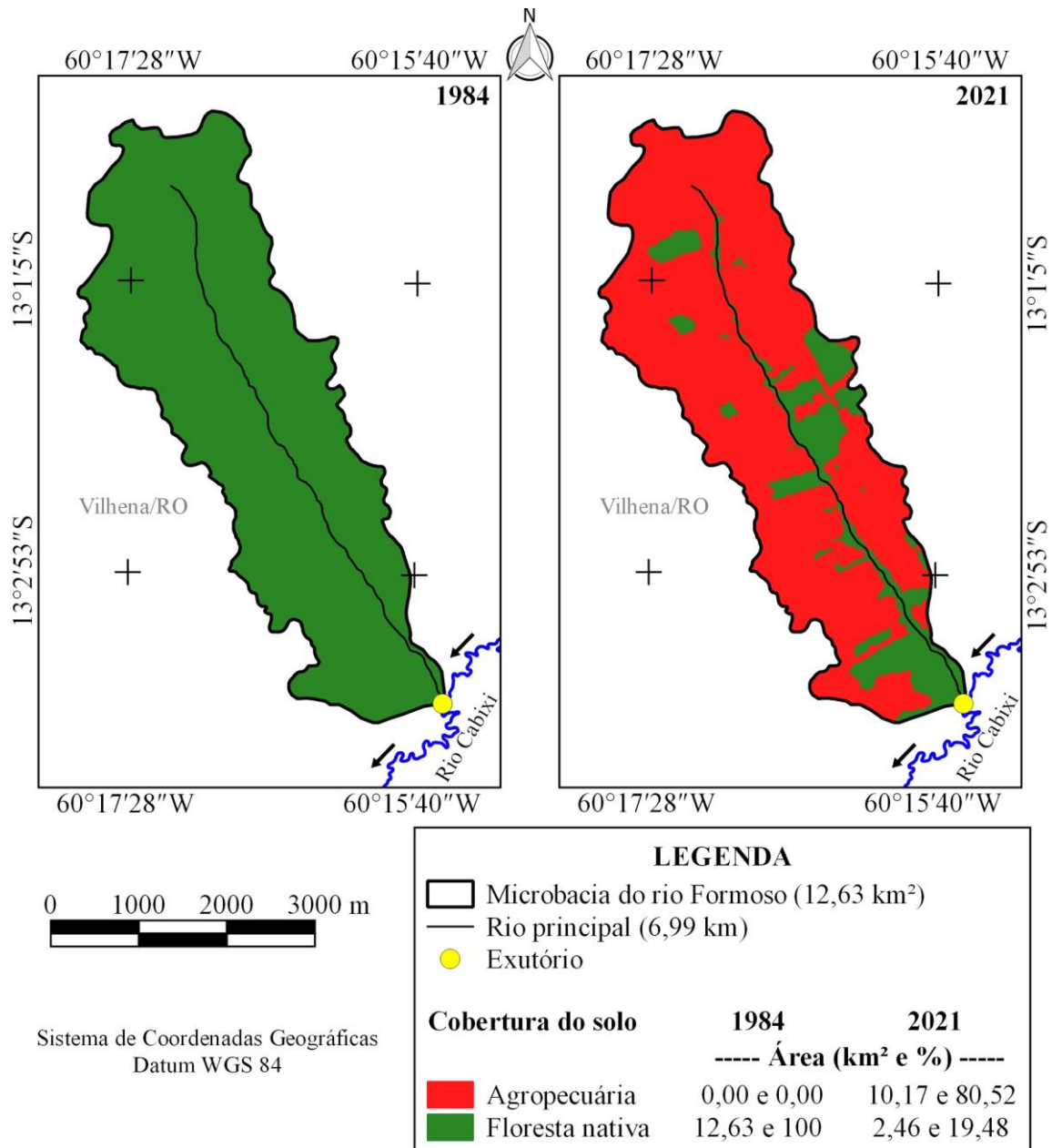


Figura 6. Dinâmica da cobertura na microbacia do rio Formoso, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

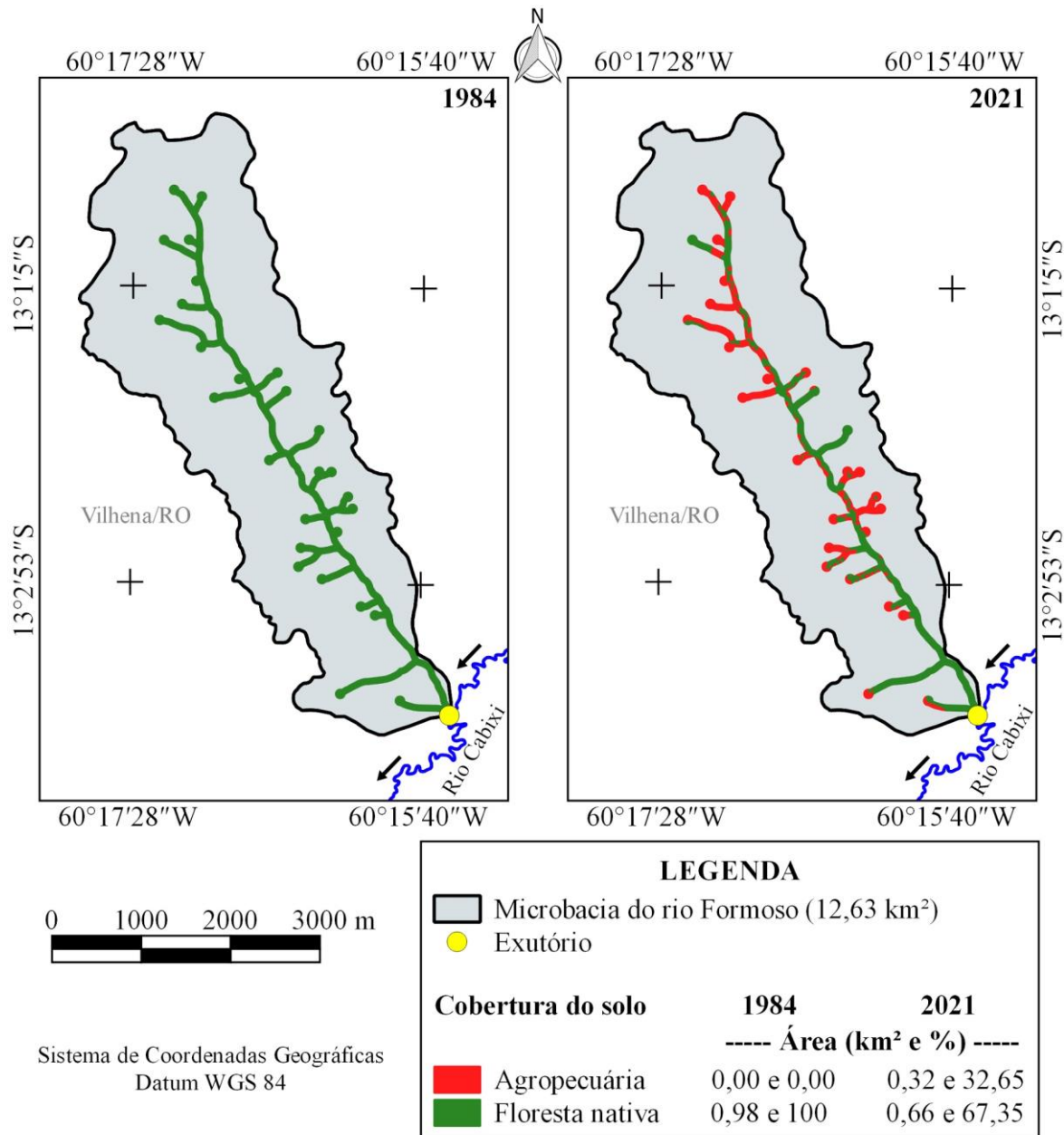


Figura 7. Dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo na zona ripária da microbacia do rio Formoso, Amazônia Ocidental, Brasil.

O padrão espacial da dinâmica da cobertura do solo encontrado nesta microbacia, é um modelo de ocupação comum no estado de Rondônia, no intervalo temporal de 30 a 37 anos, sendo constatado em diversas microbacias, registrando o avanço da agropecuária inclusive nas zonas ripárias, as quais deveriam estar ocupadas por vegetação nativa, conforme os limites definidos pelo Código Florestal (BRASIL, 2012), como nas microbacias dos rios Acará (CARDOSO *et al.*, 2021), Alto Alegre (ROCHA *et al.*, 2021), Alto Rio Branco (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021d), Aracu (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021c), Bonito (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021b), Brilhante (FERREIRA *et al.*, 2021a), Capivara



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

(PACHECO *et al.*, 2021), Lambari (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2021b), Mandi-prata (SANCHES *et al.*, 2021), Menkaika (FERREIRA *et al.*, 2021b), Nova Gease (PARÉDIO *et al.*, 2021), Sabiá (CAVALHEIRO *et al.*, 2021), Segredo (SILVA *et al.*, 2021), Tambiú (BARBOSA *et al.*, 2021) e Tamuatá (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021a).

Em outros casos, quando observado acréscimo de floresta nativa e redução da agropecuária, estes aumentos foram pouco expressivos, a exemplo do que foi constatado nas microbacias dos rios Jacuri (PANZA *et al.*, 2020), Manicoré (VENDRUSCOLO *et al.*, 2019), Matrinxã (SARAIVA *et al.*, 2021), Piaba (VENDRUSCOLO; CAVALHEIRO; SANTOS JÚNIOR, 2021), Piranha-preta (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2021a), Pirarara (MENDES *et al.*, 2021), Santa Teresinha (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2020) e Tinguí (SANTOS *et al.*, 2019). Logo, os resultados obtidos na microbacia do rio Formoso, bem como nas variadas microbacias citadas anteriormente, ilustram o cenário de ocupação em Rondônia e, conseqüentemente, evidencia a falta de capacidade do Poder Público em fazer cumprir a legislação, conforme já havia sido mencionado por Rocha e Silva (2019), acarretando em um conjunto de impactos ambientais, sociais e econômicos.

Dentre os impactos ambientais, sociais e econômicos, oriundos da conversão de áreas de floresta nativa em cobertura de agropecuária, ressalta-se a perda da qualidade da água, mediante ao contato das fezes dos animais com os corpos hídricos. Parte da água da chuva escoam superficialmente no solo, do local mais alto do terreno até os vales, onde encontram-se os corpos d'água, logo, as fezes dos animais podem contaminar os recursos hídricos. Em trabalho realizado por Cavalheiro (2018) na sub-bacia do rio Branco, por exemplo, foi comparado a qualidade da água em nascentes localizadas em floresta nativas e pastagens, e observado a contaminação da água por *Escherichia coli* e termotolerantes nas nascentes localizadas nas pastagens.

Outro impacto decorrente do avanço da agropecuária, são as mudanças climáticas regionais como, por exemplo, as alterações no regime de chuvas. Em estudos realizados por Leite-Filho, Pontes e Costa (2019), utilizando dados de séries temporais de chuvas diárias e um conjunto de dados contendo informações da dinâmica de uso e cobertura do solo, entre os anos de 1974 e 2012 na região sul da Amazônia, onde encontra-se inserido o estado de Rondônia, foi constatado modificações dos padrões de chuvas ao longo dos anos em análise, conferindo o atraso do início da estação chuvosa e o conseqüente aumento dos períodos de estiagem. Tais conseqüências causam impactos não somente ambientais, mas também sociais e econômicos, pois estas alterações podem limitar o desenvolvimento da agricultura e pecuária, condizentes a uma das principais fontes de renda da região.

É importante destacar que, apesar da área pouco extensa da microbacia (12,63 km²), a análise obtida com o presente estudo se repetiu em diversas microbacias, como visto anteriormente, abrangendo uma considerável parte do estado de Rondônia e, portanto, emerge a urgência pela reversão do cenário que vem se desenhando no estado.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microbacia do rio Formoso tem área de 12,63 km², perímetro de 21,53 km, formato alongado, altitude de 261 a 368 m, predominância dos relevos suave ondulado e ondulado, 89,87% da área com relevo exercendo baixa influência na propagação de incêndios e 96,75% variando de apta a extremamente apta à mecanização agrícola, padrão de drenagem dendrítico de 3^a ordem, baixa densidade de nascente, média densidade de drenagem, alto coeficiente de manutenção (829,8 m² m⁻¹), canal principal muito reto e baixo tempo de concentração (1,83 h).

Em 37 anos (1984 a 2021), a cobertura de floresta nativa foi reduzida de 100% para 19,48% da área total na microbacia e 67,35% na zona ripária. Logo, constatou-se avanço constante da agropecuária sobre a vegetação nativa, chegando a ocupar no ano de 2021, 80,52% da área total da microbacia e 32,65% da área total da zona ripária.

As características hidrogeomorfológicas e a dinâmica temporal e espacial da cobertura do solo da microbacia do rio Formoso, confirmam o potencial para o desenvolvimento da agropecuária na região. Entretanto, o desmatamento excessivo pode comprometer a manutenção da quantidade e qualidade da água desta microbacia, e incapacitar o atendimento das demandas hídricas futuras, ilustrando a necessidade de planejamentos e gestão adequadas do uso do solo na região. Logo, é recomendado que sejam executadas ações de recomposição da floresta nativa em locais prioritários da microbacia como, por exemplo, em sua zona ripária, visando conservar o equilíbrio dos ecossistemas e atingir o desenvolvimento sustentável da região.

O geoprocessamento permite uma análise integrada dos dados (ex: relevo, hidrografia e cobertura do solo) e, conseqüentemente, identificar as regiões prioritárias para o monitoramento e a recuperação da vegetação nativa, visando a conservação dos recursos naturais.

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>.

ARAUJO, A. M.; SILVA, A. B. Modelagem de áreas de escoamento superficial a partir do modelo digital de terreno. *Espaço e Tempo*, v. 15, n. 3, p. 194-204, 2011. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2011.74240>.

ASF - Alaska Satellite Facility. *Imagem altimétrica*. Fairbanks, AK: ASF, 20[--]. Disponível em: <https://www.asf.alaska.edu/>. Acesso em: 15 ago. 2017.

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, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 18 dez. 2021.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

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

BLITZKOW, D.; CAMPOS, I. O.; FREITAS, S. R. C. Altitude: O que interessa e como equacionar?. I Simpósio de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, **Anais [...]**. 2004. Recife, Brasil. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/ptr/lgt/FTP/altitude.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2021.

BOURKE, R. M. 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.** Canberra: ANU E-Press, 2010. p. 473-512.

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. Brasília: Casa Civil, 2012. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 10 dez. 2021.

CAGLIONI, E.; UHLMANN, A.; CURCIO, G. R.; RAMOS, M. R.; BONNET, A.; JUNCKES, A. R. Altitude e solos determinam variações abruptas da vegetação em gradiente altitudinal de Mata Atlântica. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 2055-2068, 2018. DOI: 10.1590/2175-7860201869436.

CARDOSO, L. A. P.; SILVA, E. C.; SANTOS, A. A.; PRAIA, W. M.; HARA, F. A. S.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. Características hidrogeomorfológicas e análise temporal da cobertura na microbacia Acará, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-22, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 20 dez. 2021.

CAVALHEIRO, W. C. S. **Avaliação ambiental como subsídio para o planejamento e gestão da sub-bacia do rio Branco, Rondônia.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura-RO, 2018.

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 Sabiá, 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: 18 dez. 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. A análise da densidade de drenagem e suas implicações geomorfológicas. **Geografia**, v. 4, n. 8, p. 23-42, 1979. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/14769>. Acesso em: 19 dez. 2021.

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

COSTA SILVA, R. G. C. A regionalização do agronegócio da soja em Rondônia. **Espaço e Tempo**, v. 18, n. 2, p. 298-312, 2014. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2014.84534>

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e recursos minerais do estado de Rondônia.** Porto Velho: CPRM, 20[--]. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/10277/sig_rondonia.zip?sequence=10&isAllowed=y. Acesso em: julho de 2021.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

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

FERREIRA, A. O.; GONZATTO, R.; MIOLA, A.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C. Influência da declividade e de níveis de cobertura do solo no processo de erosão com chuva simulada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 5, p. 182-190, 2010. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7465368>. Acesso em: 17 dez. 2021.

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 Brilhante, 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: 18 dez. 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: 18 dez. 2021.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, É.; CREMON, C.; DALACORT, R.; PEREIRA, S. B. **Chuvas intensas no Estado de Mato Grosso**. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/915074/1/DOC2011104.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2021.

FIORI, M. F.; FIORI, L. E.; NENEVÉ, M. Colonização agrícola de Rondônia e (não) obrigatoriedade de desmatamento como garantia de posse sobre a propriedade rural. **Novos Cadernos NAEA**, v. 16, n. 1, p. 9-22, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v16i1.862>.

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.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 49-64, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2008v10n1p49-64>.

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: 12 dez. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa agrícola municipal**. Brasília: IBGE, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 dez. 2021.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Acervo fundiário**. 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.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens**. Disponível em: São José dos Campos: INPE, 2021. Acesso em: 22 nov. 2021.

LEITE-FILHO, A. T.; PONTES, V. Y. S.; COSTA, M. H. Effects of Deforestation on the Onset of the Rainy Season and the Duration of Dry Spells in Southern Amazonia. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 124, p. 5268-5281. DOI: 10.1029/2018JD029537

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.

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

LUS, D. A. **Dinâmica socioespacial do agronegócio em Vilhena: Uma análise sobre a expansão da fronteira tecnológica**. 2012. (Dissertação de Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho-RO, 2012.

MENDES, D. M.; COSTA, D. P.; ROSA, D. M.; VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; RODRIGUES, A. A. M. Morfometria e desmatamento da microbacia do rio Pirarara, Cacoal, Rondônia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e3310917266, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17266>.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: Universidade de Brasília, 2012.

MORETO, R. F.; MIRA, S. F.; SOARES, G. S.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; STACHIW, R.; ROSA, D. M. Potencial das geotecnologias para monitoramento do impacto da colonização na floresta nativa na microbacia do rio Enganado, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 12, n. 7, p. e27588, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.47820/recima21.v2i7.588>

OLIVEIRA, O. F.; MACIEL, R. C. G.; SILVA, J. M.; CAVALCANTE FILHO, P. G. Programa Território da Cidadania: Políticas públicas para o desenvolvimento rural em Rondônia. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 14, n. 2, p. 347-370, 2018. DOI: <https://doi.org/10.54399/rbqdr.v14i2.3597>.

PACHECO, F. M. P.; DONEGÁ, M. V. B.; CAVALHEIRO, W. C. S.; FULAN, J. A.; ALVES, S. R. M.; HARA, F. A. S.; VENDRUSCOLO, J. Características gerais da microbacia do rio Capivara, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-25, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 17 dez. 2021.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

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: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n12-592>.

PANZA, M. R.; SOUZA, T. W. S.; DONEGÁ, M. V. B.; LIMA, M. M.; SARAIVA, J. G.; PACHECO, F. M. P.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. Hidrogeomorfometria e índice de desmatamento da microbacia do Rio dos Veados, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 4, p. 399-411, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0031>.

PARÉDIO, R. F.; SILVA, G. C.; BARBOSA, D. D.; BARBOSA, T. P.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; HARA, F. A. S.; SOUZA, R. F. S.; VENDRUSCOLO, J. 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**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-23, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 18 dez. 2021.

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: 27 nov. 2021.

PRAIA, W. M.; CARDOSO, L. A. P.; SILVA, E. C.; SANTOS, A. A.; HARA, F. A. S.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. Hidrogeomorfometria e dinâmica de cobertura do solo na microbacia do rio Piauí, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-23, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 08 dez. 2021.

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/ufv.v38i3.12430>.

ROCHA, J. D. S.; FERREIRA, K. R.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. A paisagem como indicador de manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Alto Alegre, na Amazônia Ocidental. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-23, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 18 dez. 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 Venezolana**, volume especial, p. 268-272, 2019. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46149>. Acesso em: 19 dez. 2021.

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: 13 dez. 2021.

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>.

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, Sección I, p. 1-25, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 18 dez. 2021.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

SANTOS JÚNIOR, 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, Sección I, p. 1-26, 2021a. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 17 dez. 2021.

SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; SANTOS, C. M. M.; MAIA, E.; CAVALHEIRO, W. C. S.; ROSA, D. M.; VENDRUSCOLO, J. Caracterização da paisagem da microbacia do rio Lambari, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-25, 2021b. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 17 dez. 2021.

SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; SOARES, G. S. S.; MORETO, R. F.; MIRA, S. F.; VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; RODRIGUES, A. A. M. Análise multitemporal do desmatamento na microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 12, n. 18, Seção I, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-18-2020>. Acesso em: 18 dez. 2021.

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, 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, D. A. R.; MORAIS, F. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da região de Lagoa da Confusão - TO. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 617-629, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1975>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBREAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**. Brasília-DF: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 2018.

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/123456789/46149>. Acesso em: 18 dez. 2021.

SANTOS, M. A.; CARVALHO, S. M.; ANTONELI, V. Susceptibilidade a enchentes a partir da análise de variáveis morfométricas, na bacia hidrográfica do rio Bonito em Irati-PR-Brasil. **Revista Equador**, v. 5, n. 5, p. 151-167, 2016. Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>. Acesso em: 18 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.

SARAIVA, J. G.; PACHECO, F. M. P.; PANZA, M. R.; LIMA, M. M.; SOUZA, T. W. S.; DONEGÁ, V. B.; CAVALHEIRO, W. C. S.; HARA, F. A. S.; VENDRUSCOLO, J. Análise hidrogeomorfológica e índice de desmatamento da microbacia do rio Matrinxã, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-22, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 20 dez. 2021.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

SCHUMM, S. A.; DUMONT, J. F.; HOLBROOK, J. M. **Active tectonics and alluvial rivers**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Arie-Seijmonsbergen/publication/239841218_Book_review_active_tectonics_and_alluvial_rivers/links/5ad21224aca272fdaf78b120/Book-review-active-tectonics-and-alluvial-rivers.pdf. Acesso em: 10 dez. 2021.

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

SILVA, A. F.; FERREIRA, K. R.; CAVALHEIRO, W. C. S.; LIMA, A. C. R.; ROCHA, K. J.; ROSELL, E. C. F.; VENDRUSCOLO, J. Características da paisagem 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 dez. 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: 18 dez. 2021.

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

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

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>.

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>.

VEIGA, A. M.; CARDOSO, M. R. D.; LINO, N. C. Caracterização hidromorfológica da bacia do rio Meia Ponte. **Caminhos de geografia**, v. 14, n. 46, p. 126-138, 2013. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/6276a0b82f4e92cb57fb1b0ae2558e46_a46e58851320dbbd9d8659bf91552d0b.pdf. Acesso em: 19 dez. 2021.

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: 17 dez. 2021.

VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F. Características da paisagem na microbacia do rio Piaba, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información**



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE HIDROGEOMORFOMÉTRICA E DINÂMICA DE COBERTURA DO SOLO DA MICROBACIA DO RIO FORMOSO, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, Emanuel Fernando Maia de Souza, Renato Francisco da Silva Souza, Izaías Médice Fernandes, João Anderson Fulan, Jhony Vendruscolo

Geográfica, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-22, 2021. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 18 dez. 2021.

VENDRUSCOLO, J.; DUARTE, E. C. S.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; ROSELL, E. C. F.; FELIX, E. S.; SILVA JÚNIOR, R. L. Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Tamuatá, 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: 18 dez. 2021.

VENDRUSCOLO, J.; FERREIRA, K. R.; CAVALHEIRO, W. C. S.; CLIVATI, D.; PEREIRA, C. V. L.; ROCHA, J. D. S. Uso de geotecnologias para caracterização hidrogeomorfológica e índice de desmatamento da microbacia do rio Bonito, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-21, 2021b. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 18 dez. 2021.

VENDRUSCOLO, J.; FREITAS, I. B. C.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; CARNEIRO, K. A. A. Análise hidroambiental como subsídio para o manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Aracu, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-20, 2021c. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 18 dez. 2021.

VENDRUSCOLO, J.; SOUZA, E.; FERREIRA, K. R.; CAVALHEIRO, W. C. S.; HARA, F. A. S. Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia Alto Rio Branco, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, Sección I, p. 1-21, 2021d. Disponível em: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig/geosig-20-2021>. Acesso em: 18 dez. 2021.

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