



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS
 HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO
 RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL**

**GEOTECHNOLOGIES APPLIED TO THE ANALYSIS OF HYDROGEOMORPHOMETRIC AND
 DYNAMIC CHARACTERISTICS OF SOIL COVERAGE IN THE CONFORTO RIVER MICROBASIN,
 RONDÔNIA, BRAZIL**

**GEOTECNOLOGÍAS APLICADAS AL ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS
 HIDROGEOMORFOMÉTRICAS Y DINÁMICAS DE LA COBERTURA DEL SUELO EN LA
 MICROCUENCA DEL RÍO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL**

Felipe Maciel Sales¹, Henrique de Freitas Ramos¹, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior², Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro³, João Ânderson Fulan⁴, Scheila Cristina Biazatti², Emanuel Maia², Eduardo Cândido Franco Rosell², Sylviane Beck Ribeiro², Jhony Vendruscolo², Francisco Adilson dos Santos Hara¹

e381775

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i8.1775>

PUBLICADO: 08/2022

RESUMO

Conhecer as características hidrogeomorfológicas e a dinâmica da cobertura do solo da microbacia hidrográfica é imprescindível para planejar as atividades agropecuárias, reduzir o impacto antrópico e conservar os recursos naturais. Neste contexto, objetivou-se com o trabalho obter estas informações para a microbacia do rio Conforto, por meio de geotecnologias. A microbacia tem área de 34,43 km², perímetro de 37,84 km, forma alongada, baixa suscetibilidade a enchentes, altitudes de 194 a 253 m, predominância de relevos suaves ondulados e planos, 99,91% da área classificada como de baixa influência na propagação de incêndios, regiões classificadas como moderadamente aptas a extremamente aptas à mecanização agrícola, rede de drenagem de 21,97 km, padrão dendrítico de 2ª ordem, 0,17 nascentes km⁻² (baixa densidade), densidade de drenagem de 0,64 km km⁻² (média densidade), coeficiente de manutenção de 1.567,1 m² m⁻¹, índice de sinuosidade de 18,66% (canal principal muito reto) e tempo de concentração de 5,75 h (baixo). No período de 1984 a 2021, a área de floresta nativa foi reduzida de 32,55 km² para 4,48 km² na microbacia, e de 6,07 km² para 4,47 km² na zona ripária. Conclui-se que a microbacia tem potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, porém, é necessário adotar estratégias integradas para conservar os recursos naturais, com destaque para a adoção de práticas conservacionistas nos sistemas agropecuários e recuperação da vegetação nativa em parte da microbacia e na zona ripária que está ocupada com agropecuária.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto. Características da paisagem. Planejamento e gestão ambiental.

ABSTRACT

Knowing the hydrogeomorphometric characteristics and the dynamics of the soil cover of the microbasin is essential to plan agricultural activities, reduce human impact and conserve natural resources. In this context, the objective of this work was to obtain this information for the Conforto river microbasin, through geotechnologies. The microbasin has an area of 34.43 km², perimeter of 37.84 km, elongated shape, low susceptibility to flooding, altitudes of 194 to 253 m, predominance of smooth-wavy and flat reliefs, 99.91% of the area classified as low influence on fire propagation, regions classified as moderately apt to extremely apt for agricultural mechanization, drainage network of 21.97 km, 2nd order dendritic pattern, 0.17 springs km⁻² (low density), drainage density of 0.64 km km⁻² (medium density), maintenance coefficient of 1,567.1 m² m⁻¹, sinuosity index of 18.66% (very straight main channel) and concentration time of 5.75 h (low). In the period from 1984 to 2021, the area of native forest was reduced from 32.55 km² to 4.48 km² in the microbasin, and from 6.07 km² to 4.47 km² in the riparian zone. We

¹ Universidade Federal do Amazonas

² Universidade Federal de Rondônia

³ Cavalheiro Engenharia Rural Empresarial LTDA

⁴ Universidade Federal de São Carlos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

conclude that the microbasin has potential for the development of agricultural activities, however, it is necessary to adopt integrated strategies to conserve natural resources, with emphasis on the adoption of conservation practices in agricultural systems and recovery of native vegetation in part of the microbasin and in the riparian zone that is occupied with agriculture.

KEYWORDS: *Remote sensing. Landscape features. Environmental planning and management.*

RESUMEN

Conocer las características hidrogeomorfológicas y la dinámica de la cubierta del suelo de la cuenca es esencial para planificar las actividades agrícolas, reducir el impacto antrópico y conservar los recursos naturales. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue obtener esta información para la cuenca del río Conforto, por medio de geotecnias. La microcuenca tiene una superficie de 34,43 km², un perímetro de 37,84 km, forma alargada, baja susceptibilidad a las inundaciones, altitudes de 194 a 253 m, predominio del relieve suavemente ondulado y plano, 99,91% de la superficie clasificada como de baja influencia en la propagación de los incendios, regiones clasificadas de moderadamente a extremadamente aptas para la mecanización agrícola, red de drenaje de 21,97 km, patrón dendrítico de 2º orden, 0,17 manantiales km⁻² (baja densidad), densidad de drenaje de 0,64 km⁻² km (densidad media), coeficiente de mantenimiento de 1. 567,1 m² m⁻¹, índice de sinuosidad de 18,66% (canal principal muy recto) y tiempo de concentración de 5,75 h (bajo). En el período de 1984 a 2021, la superficie de bosque nativo se redujo de 32,55 km² a 4,48 km² en la microcuenca, y de 6,07 km² a 4,47 km² en la zona ribereña. Se concluye que la cuenca tiene potencial para el desarrollo de actividades agropecuarias, sin embargo, es necesario adoptar estrategias integradas de conservación de los recursos naturales, con énfasis en la adopción de prácticas conservacionistas en los sistemas agrícolas y ganaderos y la recuperación de la vegetación nativa en parte de la cuenca y en la zona ribereña que está ocupada con la agricultura.

PALABRAS CLAVE: *Teledetección. Características del paisaje. Planificación y gestión medioambiental.*

INTRODUÇÃO

A falta de planejamento de uso e ocupação do solo pode ocasionar a degradação dos recursos naturais e a insustentabilidade dos estabelecimentos agropecuários privados, logo, é necessário adotar uma unidade de gestão e conhecer as características da paisagem desta unidade para mitigar este problema. A microbacia é considerada como unidade de gestão ideal para o planejamento e gestão dos recursos naturais e, conseqüentemente para o desenvolvimento sustentável, visto que, segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014), permite integrar no planejamento todos os segmentos da sociedade em termos de abastecimento, saneamento, habitação, lazer, proteção e preservação do meio ambiente, produtividade e aumento da renda e do bem-estar de toda a comunidade. E as principais informações da paisagem, utilizadas para o planejamento ambiental estão associadas às características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo (CAVALHEIRO *et al.*, 2022; SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022a; VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a).

As características hidrogeomorfológicas disponibilizam informações sobre a suscetibilidade de enchentes (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2012; SILVA, 2012), aptidão agropecuária (FRITZSONS; WREGGE; MANTOVANI, 2015), influência na propagação de incêndios (RIBEIRO *et al.*, 2008), aptidão à



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

mecanização agrícola (HÖFIG; ARAUJO-JUNIOR, 2015), potencial hídrico (LOLLO, 1995; BELTRAME, 1994) e condição para habitação de peixes (FAIRFULL; WITHERIDGE, 2003). E a análise da dinâmica da cobertura do solo possibilita o entendimento de como ocorreu o processo de uso e ocupação do solo, e quando utiliza as características hidrogeomorfológicas como base, auxilia na identificação e delimitação de áreas prioritárias para recuperação da vegetação nativa (VENDRUSCOLO *et al.*, 2019; PANZA *et al.*, 2020).

A microbacia do rio Conforto pertence à bacia do rio Guaporé e abrange parte de quatro estabelecimentos agropecuários privados, cujas áreas variam de 1.668 a 2.008 ha (INCRA, 2018). As águas do rio Conforto fluem para o rio Corumbiara e em seguida para o rio Guaporé, logo, passam pelo Parque Estadual Corumbiara, Reserva Biológica do Guaporé e Reserva Extrativista Pedras Negras. Neste contexto, verifica-se que a microbacia do rio Conforto tem grande importância econômica, social e ambiental, porém, existe uma escassez de informações sobre as características de sua paisagem para auxiliar no planejamento e gestão ambiental.

Em face ao exposto, objetivou-se com o trabalho, disponibilizar informações sobre as características hidrográficas, geométricas, topográficas e de cobertura do solo na microbacia do rio Conforto, com o intuito de auxiliar o planejamento e a gestão dos recursos naturais e mitigar os impactos ambientais nas áreas protegidas da região.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e características gerais da área de estudo

A microbacia do rio Conforto está inserida na sub-bacia do rio Corumbiara, localizada no município de Corumbiara, Rondônia (Figura 1). A região tem clima classificado como Tropical com inverno seco (Aw) (BECK *et al.*, 2018), temperaturas médias entre 24 e 26 °C (ALVARES *et al.*, 2013), precipitação média anual de 1.564,5 a 1.728,9 mm ano⁻¹, com ocorrência principalmente nos meses de novembro a março (FRANCA, 2015), litologia formada por sedimentos inconsolidados (100%) (CPRM, 2018) e solos classificados como Latossolo Vermelho eutrófico (53,41%), Latossolo Amarelo distrófico (33,14%) e Gleissolo distrófico (13,45%) (SEDAM, 2002).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

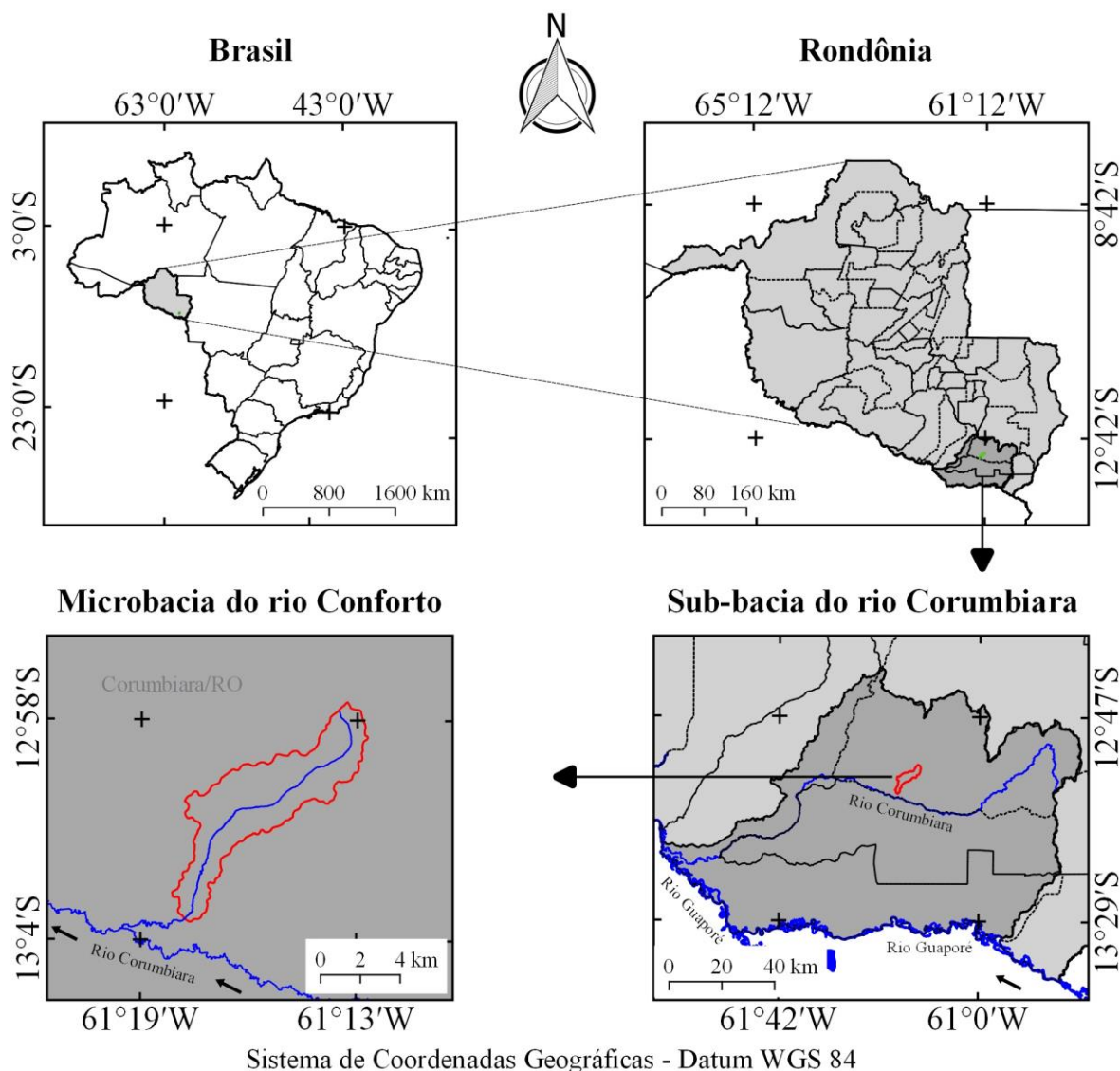


Figura 1. Localização da microbacia do rio Conforto, Amazônia Ocidental, Brasil.

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

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).

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

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

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

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

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

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

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

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

Fonte: ¹Lima Júnior *et al.*, (2012); ²Silva (2012).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

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 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.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

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).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

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	Limite
Ordem dos rios ¹	-	Rio pequeno	1-3
		Rio médio	4-6
		Rio Grande	7-10
Ordem dos rios ²	Unidades	Elevada probabilidade de secar no período de estiagem	1
		Moderada probabilidade de secar durante o período de estiagem	2
		Baixa probabilidade de secar durante o 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) (INPE, 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.

Tabela 4. Características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, utilizadas para análise da dinâmica de cobertura do solo na microbacia do rio Conforto, Amazônia Ocidental, Brasil.

Ano	Satélite	Sensor	B	Resolução				Órbita/ Ponto
				Espectral (µm)	Espacial (m)	Radiométrica (bits)	Temporal (dias)	
1984	Landsat 5	TM	3	0,63-0,69	30	8	16	230/69
			4	0,76-0,90				
			5	1,55-1,75				
2021	Landsat 8	OLI	4	0,64-0,67	30	16	16	230/69
			5	0,85-0,88				
			6	1,57-1,65				

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

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.

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

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

2º Passo: coleta de 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 Etapa: Elaboração dos mapas

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características geométricas

A microbacia do rio Conforto tem área de 34,43 km², perímetro de 37,84 km, índice de circularidade de 0,30, fator de forma de 0,13 e coeficiente de compacidade de 1,81. Os resultados obtidos para o índice de circularidade demonstram que a microbacia em estudo tem forma alongada. Enquanto o fator de forma e o coeficiente de compacidade demonstram que a microbacia do rio Conforto não está sujeita a enchentes (Tabela 1). Esses resultados são alicerçados por Oliveira et al., (2007), no qual afirma que o formato da microbacia, sendo ele alongado ou circular, permite identificar se a mesma é mais suscetível à ocorrência de enchentes. Neste caso, as microbacias alongadas, por permitirem que o fluxo de água atinja o exutório em tempos diferentes, torna-as menos suscetível à enchente do que as microbacias circulares de áreas equivalentes.

Características topográficas

Os valores de altitude da microbacia do rio Conforto variam entre 194 a 253 m, com valor médio de 216 m (Figura 2), e amplitude altimétrica de 59 m. Segundo Fritzsons, Wrege e Mantovani (2015), a altitude possui relação direta com a temperatura, sendo extremamente importante para regiões tropicais e subtropicais, no qual um desnível de centenas de metros pode causar mudanças sensíveis no clima, formação de solos e a adaptação de espécies animais e vegetais a região, além da aptidão para os diversos sistemas de uso da terra. Por essa razão, esse parâmetro pode ser utilizado para identificar as espécies vegetais com potencial econômico e que podem ser cultivadas na microbacia do rio Conforto.

Os limites altitudinais de adaptação de 230 espécies vegetais foram estudados em trabalho realizado por BOURKE (2010) para a região de Papua Nova Guiné. Baseado nesses dados, foram identificadas diversas espécies de interesse econômico que se enquadram na faixa altimétrica da microbacia do rio Conforto, dentre as quais, destacam-se o abacaxi (*Ananas comosus*), urucum (*Bixa orellana*), mamão (*Carica papaya*), melancia (*Citrullus lanatus*), limão (*Citrus limon*), coco-da-baía (*Cocos nucifera*), café (*Coffea canephora* var. robusta), tomate (*Lycopersicon esculentum*), mandioca (*Manihot esculenta*), banana (*Musa* spp.), arroz (*Oryza sativa*), maracujá (*Passiflora edulis* f. flavicarpa), feijão (*Phaseolus vulgaris*), goiaba (*Psidium guajava*), cacau (*Theobroma cacao*), milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*). Estas espécies são encontradas no estado de Rondônia (IBGE, 2021), confirmando o potencial de cultivo na microbacia do rio Conforto. Porém, ressalta-se que outros fatores influenciam o desenvolvimento das culturas, sendo necessário analisá-los em outros estudos de forma minuciosa para se obter êxito na escolha das espécies (PANZA et al., 2020).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

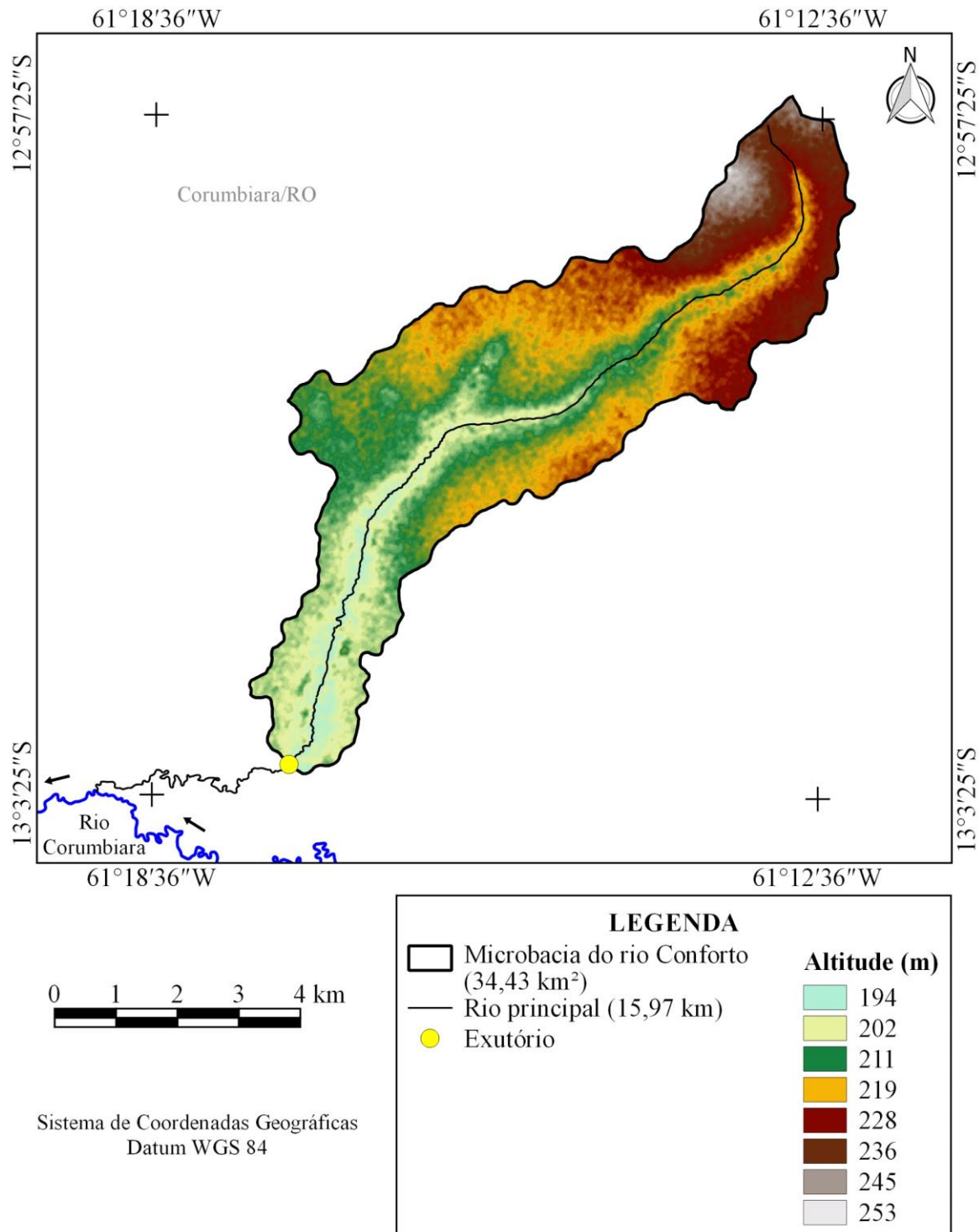


Figura 2. Altitude da microbacia do rio Conforto, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

A declividade da paisagem da microbacia do rio Conforto varia de 0 a 30%, a qual resulta na presença de relevos planos a forte ondulado, havendo predominância de relevos suaves ondulados (56,64%) e planos (39,67%), que juntos, correspondem por 96,31% da área total (Figura 3).

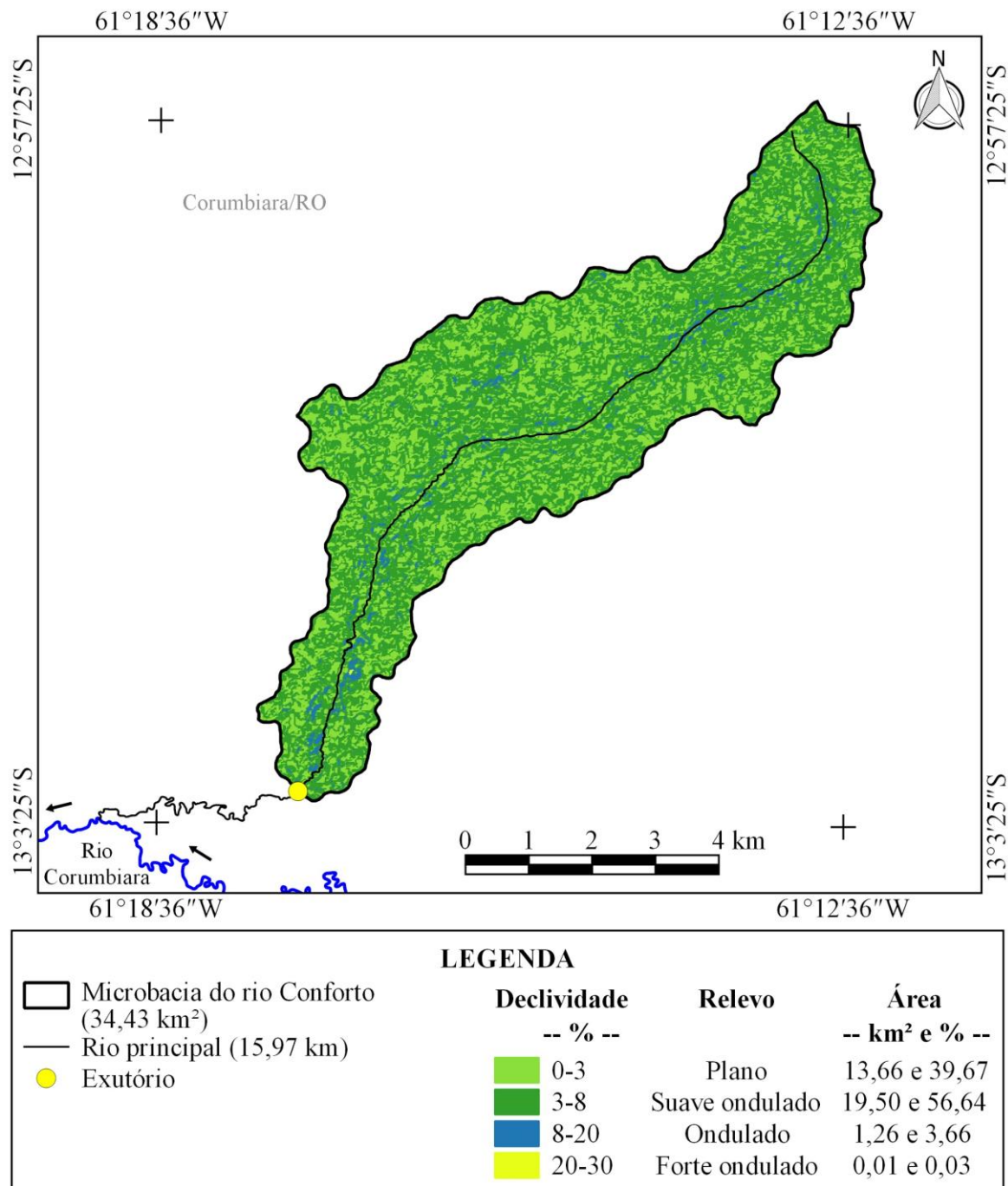


Figura 3. Relevo da microbacia do rio Conforto, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

A declividade é um dos fatores que potencializam a erosão do solo, devido ao aumento da velocidade de escoamento à medida que se eleva a declividade do terreno, e, conseqüentemente, menor tempo disponível para a infiltração de água no solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014). Em face ao exposto, verifica-se que a seleção de práticas conservacionistas do solo e da água deve ocorrer com base na declividade do terreno (ou tipo de relevo), logo, para a microbacia do rio Conforto, recomenda-se as seguintes práticas: cobertura morta, adubação e calagem e culturas em faixas para o relevo plano, cordões de vegetação, plantio em contorno e alternância de capinas para o relevo suave ondulado, plantas de cobertura, cordões de vegetação e distribuição racional dos caminhos para o relevo ondulado e manutenção da floresta nativa, reflorestamento e terraceamento para o relevo forte ondulado.

Com base na declividade do terreno, constatou-se que 34,40 km² (99,91%) da área da microbacia exerce baixa influência na propagação de incêndios e apenas 0,03 km² (0,09%) da área exerce moderada influência. A predominância de baixa influência na propagação de incêndios assemelha-se a observada em outras microbacias da região, como as microbacias dos rios Jacuri (PANZA *et al.*, 2020), Boa Sorte (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022a) e Jaçanã (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022b), e denota baixo risco de perdas de produção agropecuária por risco de incêndio.

Com relação a aptidão à mecanização, existem desde regiões classificadas como moderadamente aptas até regiões classificadas como extremamente aptas, com predomínio das classes extremamente aptas e muito aptas (76,91% e 21,90% da área total, respectivamente) (Tabela 5). A possibilidade de mecanização em toda a microbacia, associada à grande diversidade de espécies vegetais de interesse econômico, comprova o potencial para o desenvolvimento de atividades agrícolas mecanizadas na região (ex: arroz, milho, soja e café).

Tabela 5. Aptidão à mecanização agrícola na microbacia do rio Conforto, Amazônia Ocidental, Brasil.

Classe	Área na microbacia	
	--- km ² ---	--- % ---
Extremamente apta	26,48	76,91
Muito Apta	7,54	21,90
Apta	0,39	1,13
Moderadamente apta	0,02	0,06

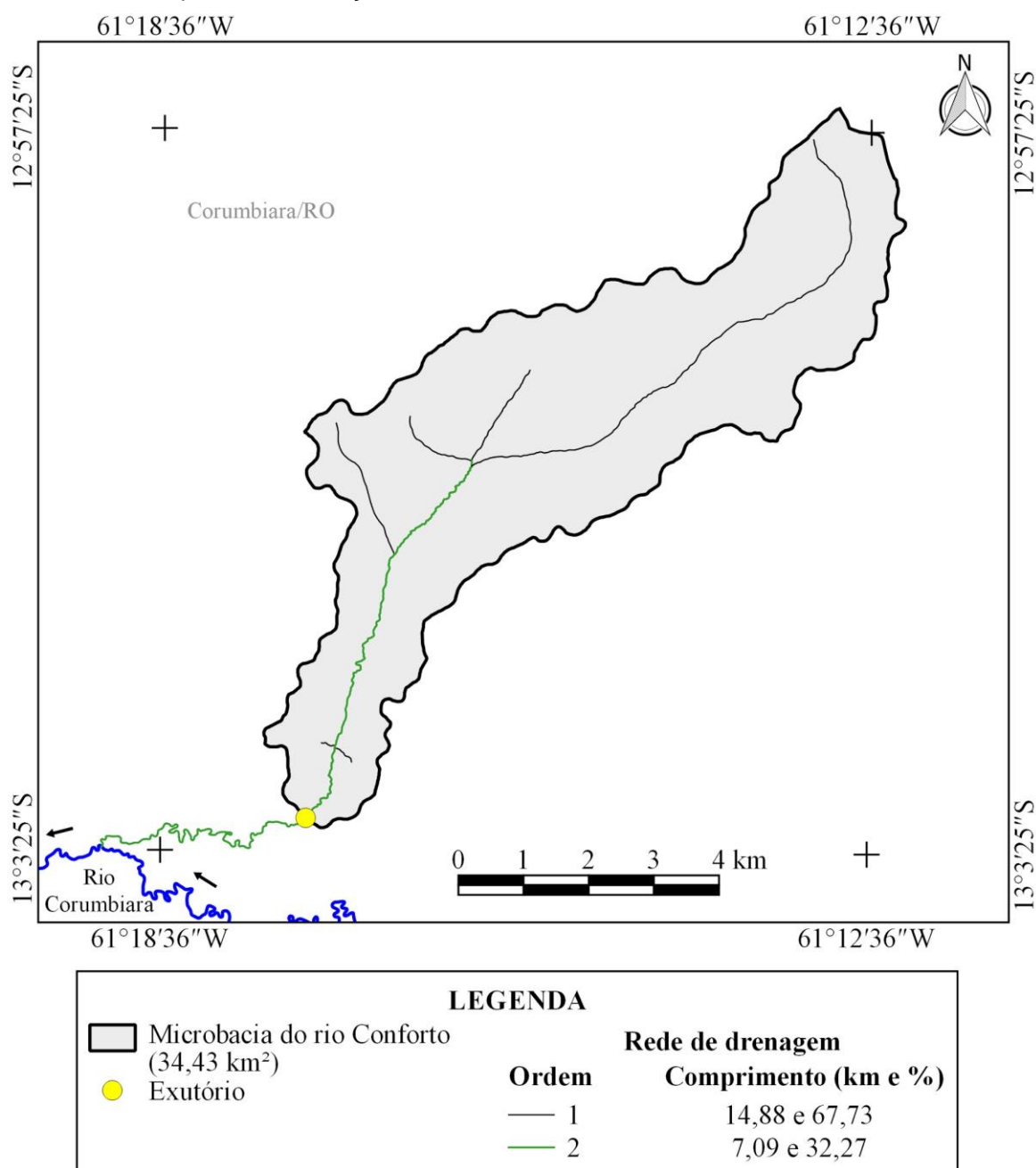


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

Características hidrográficas

A microbacia do rio Conforto tem rede de drenagem de 21,97 km, padrão de drenagem dendrítico de 2ª ordem (Figura 4), densidade de drenagem de 0,64 km km⁻², densidade de nascentes de 0,17 nascentes km⁻² (Figura 5), coeficiente de manutenção de 1.567 m² m⁻¹, índice de sinuosidade de 18,66% e tempo de concentração de 5,75 h.



Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum WGS 84

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

O padrão dendrítico é comparado espacialmente a uma árvore, onde os componentes, tronco, galhos e ramos, e folhas, correspondem ao canal principal, afluentes e nascentes, respectivamente (SMITH, 1943). Este padrão geralmente se forma quando os rios fluem sobre rochas de resistência homogênea, do ponto de vista horizontal (PARVIS, 1950). Tal padrão é bastante comum na região próxima ao rio Guaporé, pois também está presente nas microbacias do rio Jacuri (PANZA *et al.*, 2020), Azul (ANJOS *et al.*, 2021), Rio dos Veados (PANZA *et al.*, 2021), Jaçanã (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2022b) e Prosperidade (MACEDO *et al.*, 2022).

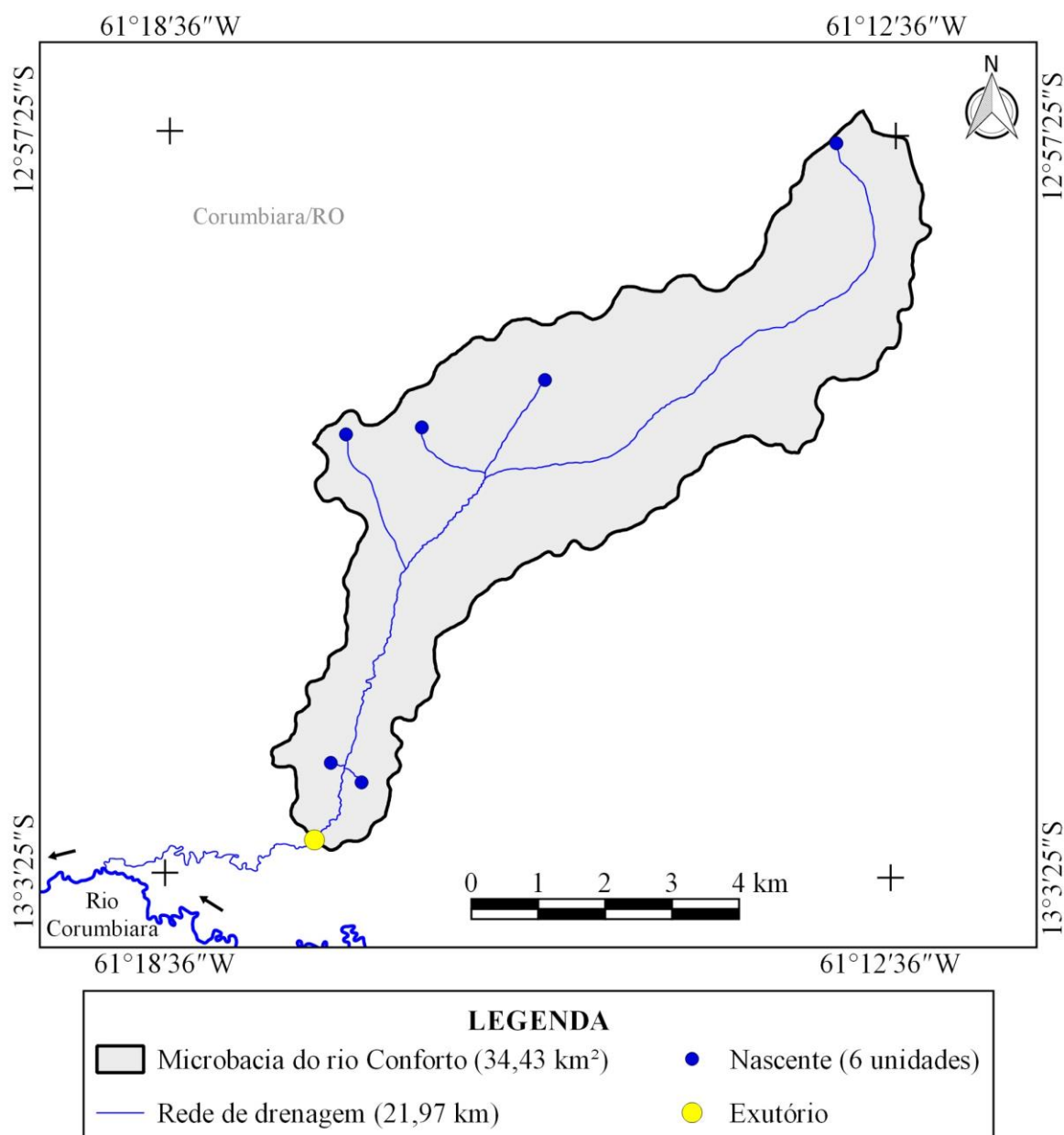


Figura 5. Distribuição espacial das nascentes da microbacia do rio Conforto, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

O número de ordem (2), determina a presença de pequenos rios e com moderada probabilidade de secar durante o período de estiagem, o que indica baixas condições para habitação de peixes no local, e também para o desenvolvimento de piscicultura.

Os valores de densidade de nascentes e densidade de drenagem são classificados como baixo e médio, respectivamente (Tabela 3), indicando que a microbacia tem baixa capacidade de gerar novos cursos d'água e médio potencial hídrico. Estes resultados estão associados à litologia da região, tendo em vista que toda a área da microbacia é constituída de sedimentos inconsolidados. Este material é mais permeável que as rochas ígneas e metamórficas, logo, apresentam maior taxa de infiltração de água, diminuindo a formação de escoamento superficial e, conseqüentemente, de nascentes e cursos d'águas (MACEDO *et al.*, 2022; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2022b).

O coeficiente de manutenção corresponde a área mínima que a microbacia requer para a manutenção de um metro de canal fluvial (SANTOS; MORAIS, 2012), e no caso da microbacia do rio Conforto, essa área é de 1.567,1. Portanto, a microbacia do rio Conforto necessita de uma área maior para a manutenção fluvial do que as microbacias dos rios Prosperidade ($675,7 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (MACEDO *et al.*, 2022), Jacuri ($1.102,9 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (PANZA *et al.*, 2020), Jaçanã ($1.155 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2022b), Ariranha ($1.157,9 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a) e Gavião ($1.250,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (DONEGÁ *et al.*, 2021), porém, necessita de uma área menor quando comparada com a microbacia Rio dos Veados ($2.893,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (PANZA *et al.*, 2021).

O índice de sinuosidade denota a formação de um canal principal muito reto. Para Christofletti (1980), esse tipo de canal é raro na natureza, ocorrendo principalmente em rios controlados por linhas tectônicas, sendo praticamente exclusivos a pequenos segmentos de drenagens e tributários deltaicos.

O tempo de concentração da microbacia do rio Conforto de 5,75 h, infere que toda a área da microbacia pode contribuir simultaneamente para a formação de enchentes quando ocorrerem eventos de precipitação com duração de 5,75 h ou mais, e a intensidade de precipitação for superior a taxa de infiltração de água no solo por período equivalente. Em trabalho realizado por Fietz *et al.* (2011), com dados da estação meteorológica localizada no município de Cerejeiras/RO (48 km da microbacia em estudo), estima-se que podem ocorrer precipitações com duração de 6 h e intensidade de $12,9 \text{ mm h}^{-1}$ a cada 2 anos. Portanto, há tendência de existir baixo risco de formação de enchentes, visto que apesar da duração da precipitação pluviométrica da região ultrapassar 5,75 h a intensidade da precipitação é considerada baixa, havendo pouco ou nenhum escoamento superficial, se o solo for bem manejado e apresentar boa capacidade de infiltração de água. Para confirmar essa hipótese recomendam-se estudos para avaliar a capacidade de infiltração de água no solo na microbacia do rio Conforto.

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

A área de floresta nativa na região da microbacia do rio Conforto passou por significativa redução, passando de 31,55 km² (91,64% da área total) em 1984, para 4,48 km² (13,01% da área total) em 2021. Em contrapartida, constatou-se que as áreas utilizadas para agropecuária cresceram consideravelmente no mesmo período, passando de 2,88 km² (8,36% da área total) para 29,82 km² (86,61% da área total), respectivamente (Figura 6).

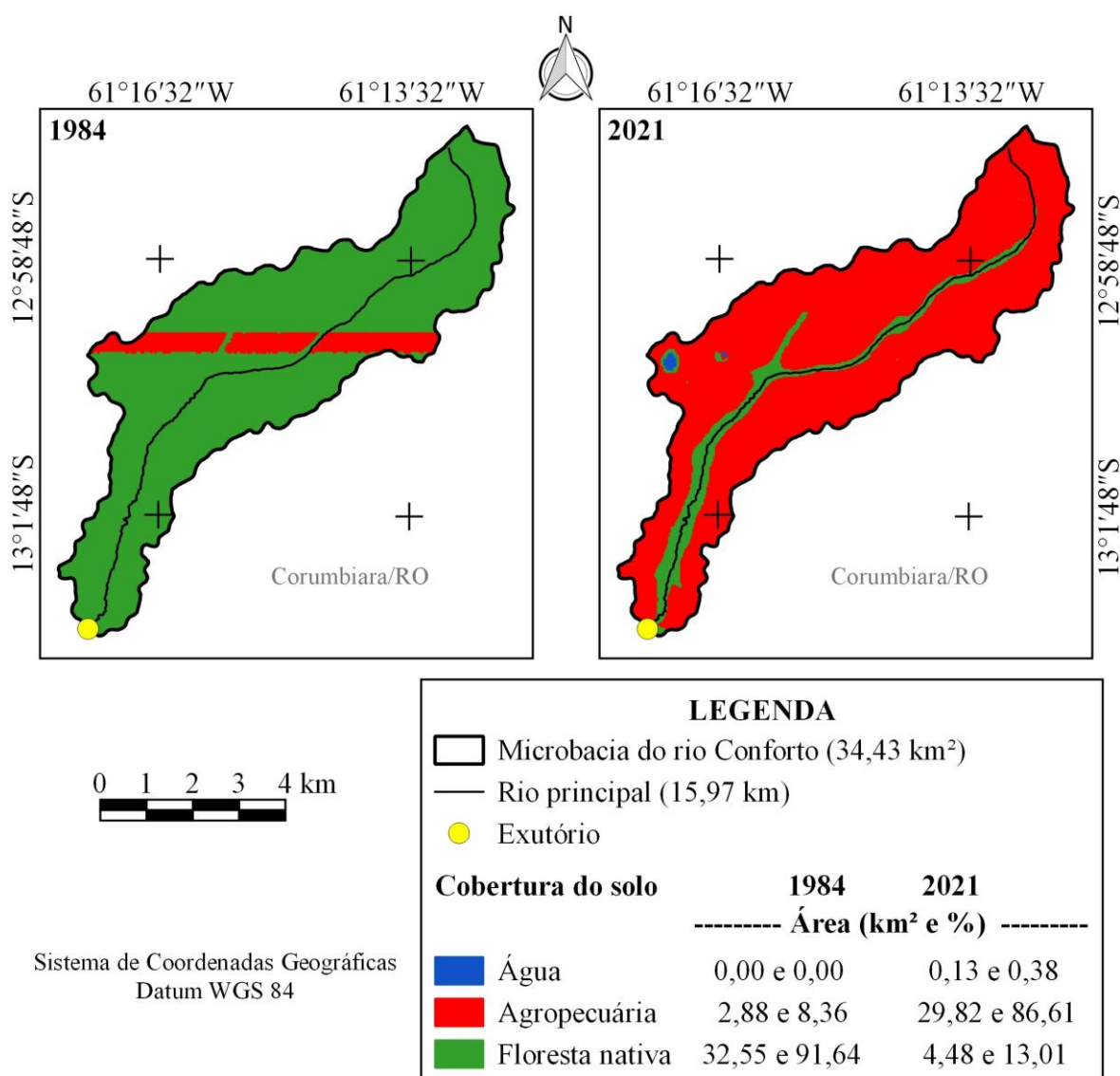


Figura 6. Dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Conforto, Amazônia Ocidental, Brasil.

Os dados sobre a dinâmica da cobertura do solo, encontrados na microbacia do rio Conforto, são semelhantes aos observados em outras microbacias do rio Guaporé, como as microbacias dos rios Jaçanã (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022b). Prosperidade (MACEDO *at al.*, 2022), Terra Nova



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

(CAVALHEIRO *et al.*, 2022), Rio das Almas (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021a), Ariranha (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a), Enganado (MORETO *et al.*, 2021), Tamanduá (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022b), Jabuti (BANDEIRA *et al.*, 2022), Santa Inês (OLIVEIRA *et al.*, 2022), Formoso (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022c) e Rio das Garças (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021b). O que comprova um padrão de substituição da floresta nativa por áreas usadas para atividades agropecuárias.

Em relação ao espelho d'água, não foi detectado no ano de 1984, uma vez que os cursos d'água estavam cobertos por vegetação nativa. Porém, no ano de 2021 chegou a ocupar uma área de 0,13 km². O aumento da área de espelho d'água está associado à supressão da vegetação nativa e exposição de lagos naturais, tornando-o detectável ao sensor do satélite Landsat 8 (Figura 6).

Nota-se que também houve redução na área de floresta nativa da zona ripária na microbacia em estudo, a qual passou de 6,07 km² (95,29% da área total) em 1984, para 4,47 km² (70,17% da área total) em 2021 (Figura 7). Em contrapartida, é possível observar um grande avanço de atividades relacionadas à agropecuária, que passou de 0,30 km² (4,71% da área total) em 1984, para 1,77 km² (27,79% da área total) em 2021 (Figura 7).

A zona ripária é uma área de saturação hídrica, classificada como Área de Preservação Permanente (APP) pela Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012). É essencial conservar a vegetação nativa nesta região para manter a disponibilidade e qualidade da água na microbacia (ATTANASIO *et al.*, 2012), assim como a regularidade ambiental dos estabelecimentos agropecuários privados perante os órgãos de fiscalização. Portanto, os resultados indicam a falta de conhecimento a respeito da importância da manutenção da vegetação nativa na zona ripária ou o desrespeito com a legislação, e a fragilidade dos órgãos ambientais do estado de Rondônia em fazer cumprir com a Lei.

Segundo Tambosi *et al.* (2015), o comprometimento dos serviços eco-hidrológicos está diretamente ligado a supressão da vegetação nativa, posto que as florestas nativas são responsáveis por favorecer o abastecimento do lençol freático, conter processos erosivos nas encostas, e manter a qualidade e a quantidade de água. Logo, o avanço excessivo da área de agropecuária sobre a área de floresta nativa na microbacia e na zona ripária pode comprometer os recursos hídricos e, conseqüentemente, o desenvolvimento sustentável da região.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

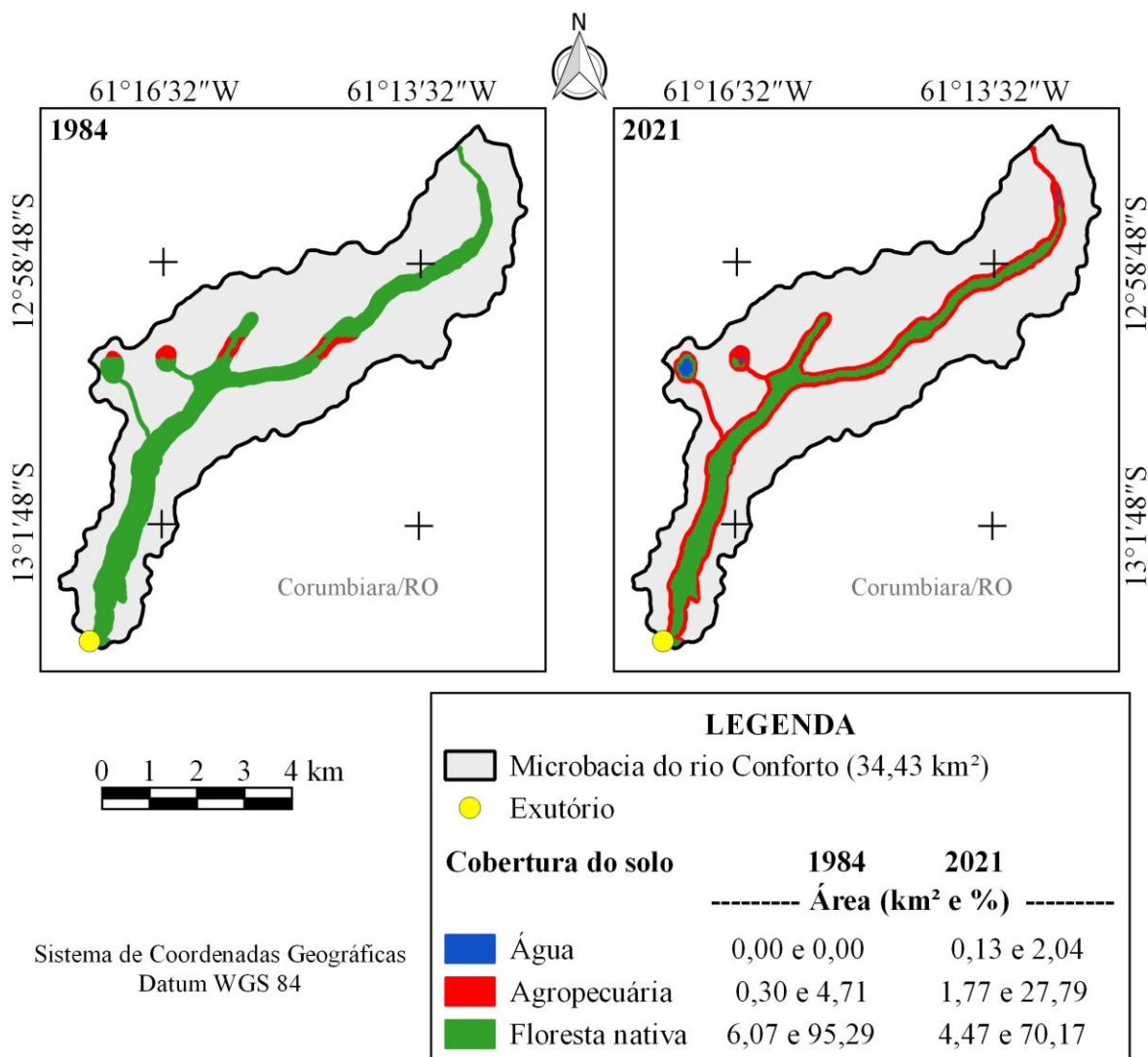


Figura 7. Dinâmica da cobertura do solo na zona ripária da microbacia do rio Conforto, Amazônia Ocidental, Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microbacia do rio Conforto tem área de 34,43 km², perímetro de 37,84 km, fator de forma de 0,13, índice de circularidade de 0,30, coeficiente de compacidade de 1,81, altitudes de 194 a 253 m, predominância de relevos suaves ondulados (56,64%) e planos (39,67%), padrão de drenagem dendrítico com rios de até 2^a ordem, 0,17 nascentes km⁻², densidade de drenagem de 0,64 km km⁻², coeficiente de manutenção de 1.567,1 m² m⁻¹, índice de sinuosidade de 18,66% e tempo de concentração de 5,75 h.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

A análise espacial e temporal de cobertura do solo na microbacia e na zona ripária evidenciou considerável redução da floresta nativa no período de 1984 a 2021, restando apenas 13,01% e 70,17% da área total, respectivamente. A redução da área de floresta nativa é explicada pelo aumento da área de agropecuária no mesmo intervalo de tempo.

A microbacia do rio Conforto apresenta potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, inclusive para o uso de sistemas de policultivo e mecanização agrícola, contudo, a supressão demasiada da vegetação nativa na microbacia e na zona ripária corrobora para reduzir a qualidade e quantidade de recursos hídricos. Nesse sentido, torna-se imprescindível a adoção de práticas conservacionistas do solo para favorecer a infiltração de água nos sistemas agropecuários e a recuperação da vegetação nativa em parte da área da microbacia e em toda a área da zona ripária que se encontra com agropecuária.

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. 11-728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ANJOS, S. P.; 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 Rio Azul, Amazônia Ocidental, Brasil. **Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 19, 2021.

ASF - Alaska Satellite Facility. **Imagem altimétrica**. Fairbanks, AK: ASF, 2021. Disponível em: <https://www.asf.alaska.edu/>. Acesso em: 14 dez 2021.

ATTANASIO, C. M.; GANDOLFI, S.; ZAKIA, M. J. B.; VENIZIANI JUNIOR, J. C. T.; LIMA, W. P. A Importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrológicas. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p. 493-501, 2012.

BANDEIRA, L. B.; VENDRUSCOLO, J.; SANTOS JÚNIOR, N. R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SOUZA, R. F. S.; FULAN, J. A. Características da paisagem para subsidiar o manejo dos recursos naturais na microbacia do rio Jabuti, Amazônia Ocidental, Brasil. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 2, p. e321184-e321184, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1184>.

BECK, H. E.; ZIMMERMANN, N. E.; MCVICAR, T. R.; VERGOPOLAN, N.; ALEXIS BERG, A.; WOOD, E. F. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, p. 180214, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/sdata.2018.214>

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

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. 9. ed. **Conservação do solo**. São Paulo, SP: Editora Ícone, 2014.

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.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

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 fev. 2022.

CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JÚNIOR, 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-e311039, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1039>

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

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e recursos minerais do estado de Rondônia**. Porto Velho: CRPM, 2018. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/10277/sig_rondonia.zip?sequence=10&isAllowed=y. Acesso em: 12 fev. 2022.

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, p. e47910111844, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11844>

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

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, É.; CREMON, C.; DALLACORT, R.; PEREIRA, S. B. **Chuvas Intensas no Estado de Mato Grosso**. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011.

FRANCA, R. R. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. **Revista Geografias**, v. 11, n. 1, p. 44-58, 2015.

FRITZSONS, E.; WREGGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. Altitude e temperatura: estudo do gradiente térmico no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 16, p. 108-119, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v16i0.39665>

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 jan. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal, 2019**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457>. Acesso em: 04 jul. 2021.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Acervo fundiário**. Brasília-DF: INCRA, 2018. Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: 15 fev. 2022.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens**. São José dos Campos-SP: INPE, 2022. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 10 abr. 2022.

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

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

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

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.

MACEDO, T. M.; FULAN, J. Â.; PEREIRA, C. V. L.; GOMES, M. L. S.; SOUZA, R. F. S.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. Características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura da terra na microbacia Prosperidade, Amazônia Ocidental, Brasil. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 1, p. e311019, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1019>

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. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 7, p. e27588, 2021. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i7.588>

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, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1012>

OLIVEIRA, S. N.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; SILVA, T. M.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, É. S.; GUIMARÃES, R. F.; SILVA, N. C. Delimitação automática de bacias de drenagens e análise multivariada de atributos morfométricos usando modelo digital de elevação hidrologicamente corrigido. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 1, p. 3-21, 2007. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v8i1.82>

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>

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 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>

PARVIS, M. Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. **Photogrammetric Engineering**, v. 16, p. 387-408, 1950.

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: <https://doi.org/10.5380/rf.v38i3.12430>

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: <https://doi.org/10.5902/2179460X26411>

SANTOS JUNIOR, N. R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SCCOTI, M. S. V.; TRONCO, K. M. Q.; SOUZA, E. F. M.; ROCHA, K. J.; HARA, F. A. S.; NAGAO, E. O.; ROCHA, J. D. S.; FULAN, J. Â.; NASCIMENTO, J. M. S.; VENDRUSCOLO, J. Aplicação das geotecnologias para análise da paisagem da microbacia



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

do rio Boa Sorte, Rondônia, Brasil. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 4, p. e341343, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1343>

SANTOS JUNIOR, N. R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SOUZA, E. F. M.; SOUZA, R. F. S.; FERNANDES, I. M.; FULAN, J. Â.; VENDRUSCOLO, J. Análise hidrogeomorfométrica e dinâmica de cobertura da terra da microbacia do rio Formoso, Amazônia Ocidental, Brasil. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 2, p. e321134, 2022c. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1134>

SANTOS JUNIOR, N. R. F.; FULAN, J. Â.; SOUZA, R. F. S.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SERRANO, A. M.; BORGES, M. V. V.; SENNA, D. S.; VENDRUSCOLO, J.; SOUZA, E. F. M. Caracterização hidrogeomorfométrica temporal da paisagem da microbacia do rio Jaçaná, Rondônia, Brasil. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 3, p. e331242, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i3.1242>

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: <https://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. 6, p. 617-629, 2012.

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-RO: SEDAM, 2002.

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

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

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: <https://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>

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 Venezuelana**, v. especial, 226-241, 2019.

VENDRUSCOLO, J.; MEIRA FILHO, W. R.; SANTOS JUNIOR, N. R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SOUZA, E. F. M.; NAGAO, E. O.; FULAN, J. A. Análise da paisagem na microbacia Rio das Almas, Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 11, p. e211982, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i11.982>



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOMÉTRICAS E DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO CONFORTO, RONDÔNIA, BRASIL
 Felipe Maciel Sales, Henrique de Freitas Ramos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Scheila Cristina Biazatti, Emanuel Maia, Eduardo Cândido Franco Rosell, Sylviane Beck Ribeiro, Jhony Vendruscolo, Francisco Adilson dos Santos Hara

VENDRUSCOLO, J.; SANTOS JUNIOR, N. R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SOUZA, R. F. S.; SOUZA, E. F. M.; ROCHA, K. J.; STACHIW, R.; FULAN, J. Â. Características da paisagem na microbacia do Rio das Garças, Amazônia Ocidental, Brasil. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 11, p. e211984, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i11.984>

VENDRUSCOLO, J.; SANTOS JUNIOR, N. R. F.; MACEDO, T. M.; DONEGÁ, M. V. B.; FULAN, J. Â.; SOUZA, R. F. S.; CAVALHEIRO, W. C. S. Características hidrogeomorfométricas e dinâmica da cobertura da terra na microbacia do rio Ariranha, Amazônia Ocidental, Brasil. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 1, p. e311034, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1034>

VENDRUSCOLO, J.; SANTOS JUNIOR, N. R. F.; NAGAO, E. O.; FULAN, J. Â.; MACEDO, R. S.; CARNEIRO, K. A. A.; CAVALHEIRO, W. C. S. Características da paisagem da microbacia do rio Tamanduá, Amazônia Ocidental, Brasil. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 4, p. e341387, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1387>

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