



HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

HYDROGEOMORPHOMETRY AND SOIL COVER DYNAMICS OF THE RIVER PARDAL MICROBASIN, WESTERN AMAZON, BRAZIL

HIDROGEOMORFOMETRÍA Y DINÁMICA DE LA COBERTURA DEL SUELO DE LA CUENCA DEL PARDAL, AMAZONÍA OCCIDENTAL, BRASIL

Fabricio Valcacio Travassos¹, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior², Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro³, João Ânderson Fulan⁴, Francisco Adilson dos Santos Hara⁵, Eduardo Ossamu Nagao⁶, Kalline de Almeida Alves Carneiro⁷, Silfran Rogério Marialva Alves⁸, José Rafael Mendez Baldeon⁹, Jhony Vendruscolo¹⁰

e351472

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i5.1472>

PUBLICADO: 05/2022

RESUMO

O conhecimento sobre as informações e características da paisagem das microbacias hidrográficas é de fundamental importância para o planejamento do uso dos recursos naturais. Assim, objetivou-se com este trabalho analisar as características hidrogeomorfológicas e a dinâmica da cobertura do solo na microbacia do rio Pardal. Foi utilizado os softwares Google Earth e QGIS, técnicas de geoprocessamento e imagens altimétricas. A microbacia tem como características geométricas: 7,69 km² de área, perímetro de 18,15 km, fator de forma de 0,29, coeficiente de compactidade de 1,83, índice de circularidade de 0,29. Tem como características topográficas: altitude de 205 m a 246 m, predominância das classes de relevo suave ondulado e plano, 99,87% da área com baixa influência de propagação de incêndios, 99,74% da área apta a extremamente apta para mecanização agrícola. Apresenta como características hidrográficas: rede de drenagem de 7,31 km, com padrão dendrítico de 2ª ordem, 9 nascentes, 1,17 nascentes km⁻², densidade de drenagem de 0,95 km km⁻², coeficiente de manutenção de 1.052 m² m⁻¹, índice de sinuosidade de 16,21% e tempo de concentração de 2,33 h. As informações hidrogeomorfológicas da microbacia do rio Pardal podem ser utilizadas para auxiliar na delimitação de áreas para aptidão agrícola e o planejamento de práticas de manejo conservacionista e gestão dos recursos hídricos na região, visando alcançar o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da atual e das futuras gerações.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnologias. Características da paisagem. Planejamento e gestão dos recursos naturais. Desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

The knowledge about the information and characteristics of the landscape of the microbasin is of fundamental importance for the planning of the use of the natural resources. Thus, the objective of this work was to analyze the hydrogeomorphometric characteristics and the dynamics of the soil cover in the Pardal river microbasin. Google Earth and QGIS software, geoprocessing techniques and altimetric images were used. The microbasin has geometric characteristics: 7.69 km² in area, perimeter of 18.15

¹ Universidade Federal do Amazonas

² Universidade Federal de Rondônia

³ Cavalheiro Engenharia Rural e Empresarial Ltda.

⁴ Universidade Federal de São Carlos

⁵ Universidade Federal do Amazonas

⁶ Universidade Federal do Amazonas

⁷ Universidade Federal da Paraíba

⁸ Universidade Federal do Amazonas

⁹ Universidade Federal do Amazonas

¹⁰ Universidade Federal do Amazonas



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

km, form factor of 0.29, compactness coefficient of 1.83, circularity index of 0.29. Its topographic characteristics are altitude from 205 m to 246 m, predominance of smooth-wavy and flat relief classes, 99.87% of the area with low influence of fire propagation, 99.74% of the area suitable for extremely apt for agricultural mechanization. Its hydrographic characteristics are drainage network of 7.31 km, with 2nd order dendritic pattern, 9 springs, 1.17 springs km⁻², drainage density of 0.95 km km⁻², maintenance coefficient of 1,052 m² m⁻¹, sinuosity of 16.21% and concentration time of 2.33 h. The hydrogeomorphometric information of the Pardal river microbasin can be used to assist in the delimitation of areas for agricultural aptitude and the planning of conservation management practices and management of water resources in the region, aiming to achieve sustainable development and the quality of life of the current and the future generations.

KEYWORDS: *Geotechnologies. Landscape features. Planning and management of natural resources. Sustainable development.*

RESUMEN

El conocimiento sobre la información y las características del paisaje de las cuencas hidrográficas es de fundamental importancia para planificar el uso de los recursos naturales. Así, el objetivo de este trabajo fue analizar las características hidrogeomorfológicas y la dinámica de la cobertura del suelo en la cuenca del río Pardal. Se utilizaron software Google Earth y QGIS, técnicas de geoprocésamiento e imágenes altimétricas. La microcuenca tiene características geométricas: 7,69 km² de área, perímetro de 18,15 km, factor de forma de 0,29, coeficiente de compacidad de 1,83, índice de circularidad de 0,29. Sus características topográficas son: altitud de 205 m a 246 m, predominio de clases de relieve ondulado suave y plano, 99,87% del área con baja influencia de propagación del fuego, 99,74% del área apta para la mecanización agrícola extremadamente adecuada. Sus características hidrográficas son: red de drenaje de 7,31 km, con patrón dendrítico de 2º orden, 9 manantiales, 1,17 manantiales km⁻², densidad de drenaje de 0,95 km km⁻², coeficiente de mantenimiento de 1.052 m² m⁻¹, índice sinuoso de 16,21% y tiempo de concentración de 2,33 h. La información hidrogeomorfológica de la cuenca hidrográfica del río Pardal puede ser utilizada para ayudar en la delimitación de áreas de aptitud agrícola y la planificación de prácticas de manejo de conservación y manejo de recursos hídricos en la región, con el objetivo de lograr el desarrollo sostenible y la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.

PALABRAS CLAVE: *Geotecnologías. Características del paisaje. Planificación y gestión de los recursos naturales. Desarrollo sostenible.*

INTRODUÇÃO

A microbacia do rio Pardal está localizada na bacia do rio Guaporé (Rondônia e Mato Grosso) e na sub-bacia do rio Escondido (Rondônia), abrangendo 22 estabelecimentos agropecuários privados (INCRA, 2018). Apesar da importância dessa microbacia para o desenvolvimento sustentável da região, não há informações sobre as características da paisagem para se conhecer o potencial agropecuário e as fragilidades dos recursos naturais. Logo, constata-se a necessidade de adquirir essas informações para subsidiar e para integrar a conservação dos recursos naturais com o desenvolvimento econômico e social em consonância com Agenda 21 do Brasil.

O uso integrado do sensoriamento remoto, Sistema de Informação Geográfica (SIG) e técnicas de geoprocessamento é uma alternativa viável para a análise de microbacias no estado de Rondônia (CAVALHEIRO; VENDRUSCOLO, 2019). O sensoriamento remoto permite obter informações



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO
RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro,
João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro,
Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

detalhadas de qualidade, em tempo hábil e com baixo custo financeiro (SOARES *et al.*, 2019; SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022a). O SIG possibilita a plotagem das informações da paisagem na forma de mapas digitais, e o cruzamento destas informações entre si ou com outras informações que sejam relevantes (CAVALLARI; TAMAE; ROSA, 2007). As técnicas de geoprocessamento podem ser utilizadas para delimitar as áreas prioritárias para a preservação e conservação dos recursos naturais, das áreas com aptidão agrícola e selecionar as melhores práticas de manejo dos recursos naturais, como água e solo (SILVA *et al.*, 2021). Um dos grandes desafios encontrado em todo o mundo é a busca por soluções para os problemas ambientais, tema amplamente discutido e que, por consequência, faz crescer a quantidade de projetos que tem como base os aspectos da sustentabilidade ambiental, cujos objetivos são encontrar recursos para mitigar os impactos negativos causados pelo homem ao meio ambiente (BARBOSA; FONSECA, 2017).

Diante o exposto, objetivou-se com o presente estudo, analisar as características hidrogeomorfológicas e a dinâmica temporal e espacial da cobertura do solo na microbacia do rio Pardal, com o intuito de disponibilizar informações essenciais para o planejamento e gestão adequada dos recursos naturais da região.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e características gerais da área de estudo

A microbacia Pardal está inserida na sub-bacia do rio Escondido e bacia do rio Guaporé, localizada no município de Cabixi, 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), litologia do tipo sedimentos inconsolidados (100%) (CPRM, 2018) e solos classificados como Neossolo Flúvico (7,00 km²), Latossolo Vermelho distrófico (0,41 km²) e Argissolo Amarelo distrófico (0,27 km²) (SEDAM, 2002).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Ânderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

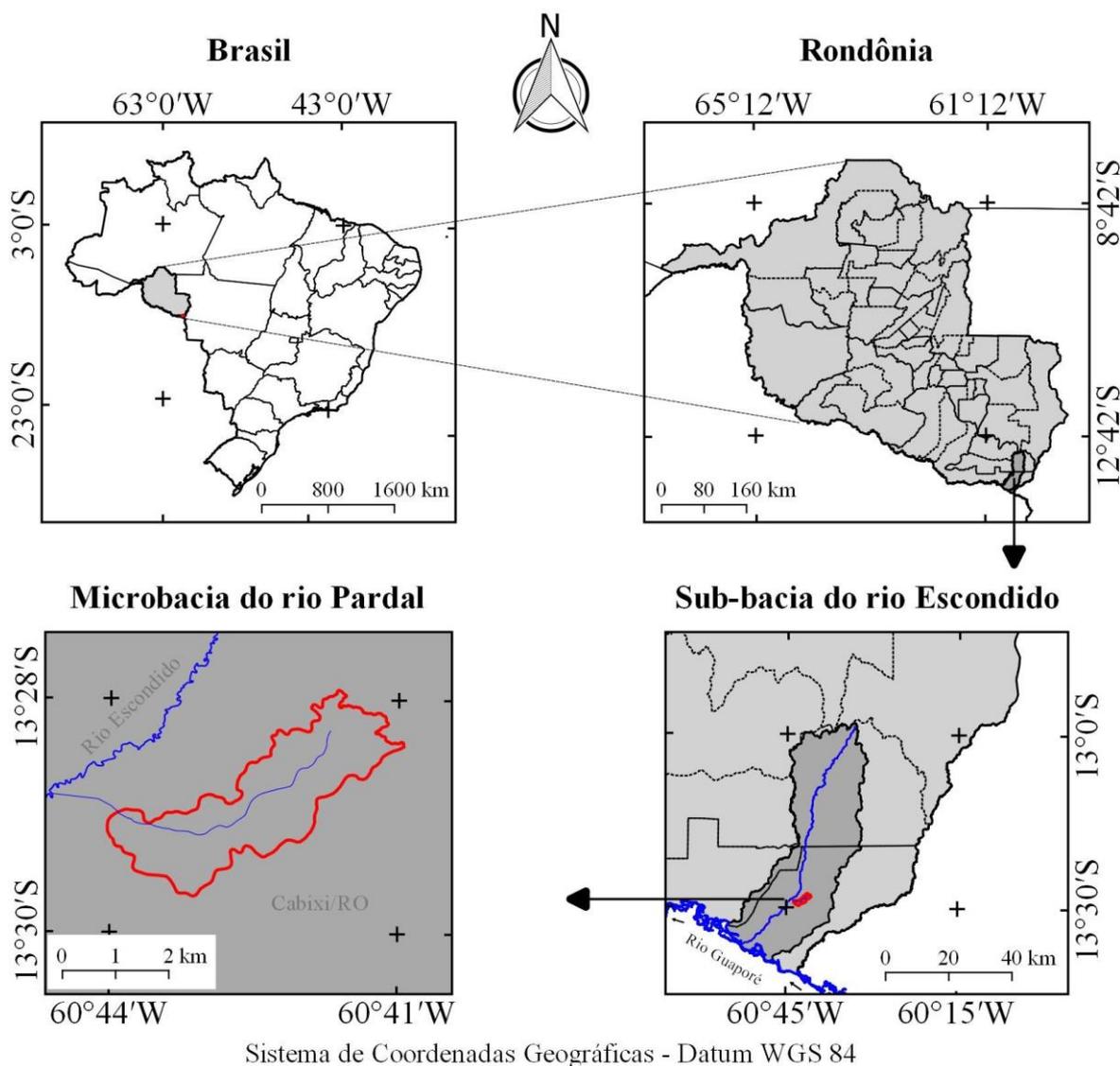


Figura 1. Localização da microbacia do rio Pardal, Amazônia Ocidental, Brasil.

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) e imagens de cobertura do solo registradas pelos satélites Landsat 5 e Landsat 8 (INPE, 2022). O processamento foi executado em cinco etapas, descritas a seguir:



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Ânderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

1ª Etapa - Características geométricas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Ânderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

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, influência 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. 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).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Fabricio Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Ânderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

HIDROGEOGRAFIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL
Fabricio Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

Tabela 3. Classificação das características hidrográficas.

Parâmetro	Unidade	Classe	Limite
Ordem dos rios ¹	-	Rio pequeno	1-3
		Rio médio	3-6
		Rio Grande	7-10
Ordem dos rios ²	Unidades	Elevada probabilidade de secar no período de estiagem	1
		Moderada probabilidade de secar durante o período de estiagem	2
		Baixa probabilidade de secar durante o período de estiagem	3
		Improvável probabilidade de secar durante a estação de estiagem	≥ 4
Densidade de nascentes ³	Nascentes km ⁻²	Baixa	< 3
		Média	3-7
		Alta	7-15
		Muito alta	> 15
Densidade de drenagem ⁴	km km ⁻²	Baixa	< 0,50
		Média	0,50-2,00
		Alta	2,00-3,50
		Muito alta	> 3,50
Índice de sinuosidade ⁵	%	Muito reto	< 20
		Reto	20-29
		Divagante	30-39
		Sinuoso	40-50
		Muito sinuoso	> 50

Fonte: ¹Vannote *et al.*, (1980); ²Adaptado de Fairfull; Witheridge (2003); ³Lollo (1995); ⁴Beltrame (1994); ⁵Romero; Formiga; Marcuzzo (2017).

4ª Etapa - Dinâmica da cobertura do solo

Para a análise da dinâmica de cobertura do solo foram utilizadas as imagens dos satélites Landsat 5 (1984) e Landsat 8 (2021), registradas no período de julho a agosto, em função da melhor qualidade das imagens. Informações sobre as características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8 encontram-se na Tabela 4.

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

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.

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



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabício Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Ânderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

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

$$NDVI = \frac{IP-V}{IP+V} \quad (\text{Equação 9})$$

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 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características geométricas

A microbacia do rio Pardal tem área de 7,69 km², perímetro de 18,15 km, fator de forma e índice de circularidade de 0,29, e coeficiente de compacidade de 1,83. Com base nos resultados dos parâmetros geométricos constata-se que a microbacia tem um formato alongado e não está sujeita a enchentes (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados nas microbacias do rio São Jorge (PACHECO *et al.*, 2020), Ariranha (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a) e Alto Rio Escondido (VENDRUSCOLO *et al.*, 2020a), que também pertencem à sub-bacia do rio Escondido. É importante lembrar que existem outros fatores como o tempo de concentração e o tipo de cobertura do solo, que



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

podem influenciar a formação de enchentes, logo, devem ser considerados para reforçar a interpretação, como será abordado posteriormente.

Características topográficas

Os valores de altitude variam de 205 a 246 m (Figura 2), com um valor médio de 220 m e amplitude altimétrica de 41 m. Sabe-se que a altitude influencia a temperatura do ambiente, Blum, Roderjan e Galvão (2011), por exemplo, encontraram reduções térmicas de 0,44 °C a cada 100 m de ascensão vertical. A relação da altitude com a temperatura pode provocar mudanças sensíveis no ambiente, adaptação da biota e o sucesso na seleção de espécies para cultivo agrícola (FRITZSONS; MANTOVANI; WREGE, 2016).

Na faixa de altitude da microbacia em estudo, verifica-se mais de 35 espécies vegetais de interesse agrônomo e florestal, como exemplo tem-se arroz (*Oryza sativa*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), mandioca (*Manihot esculenta*), milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*), cacau (*Theobroma cacao*), café conilon (*Coffea canephora* var. robusta), batata-doce (*Ipomoea batatas*), brócolis (*Brassica oleracea* cv. Group Broccoli), cará (*Dioscorea nummularia*), goiaba (*Psidium guajava*), laranja (*Citrus sinensis*), limão (*Citrus limon*), mamão (*Carica papaya*), manga (*Mangifera indica*), pepino (*Cucumis sativus*), pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), pimentão (*Capsicum annuum* cv. group Grossum), sumaúma (*Ceiba pentandra*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) e urucum (*Bixa orellana*) (BOURKE, 2010).

A declividade do terreno da microbacia variou de 0 a 22%, formando 4 classes de relevo, contudo, sendo predominante as classes suave ondulado (68,01%) e plano (29,13%) (Figura 3). Estas informações podem ser utilizadas como indicador para analisar as fragilidades ambientais, com destaque para suscetibilidade a erosão do solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014) e a propagação de incêndios (RIBEIRO *et al.*, 2008), e o potencial de desenvolvimento das práticas agropecuárias, inclusive com relação a aptidão à mecanização agrícola (HÖFIG; ARAÚJO-JÚNIOR, 2015).

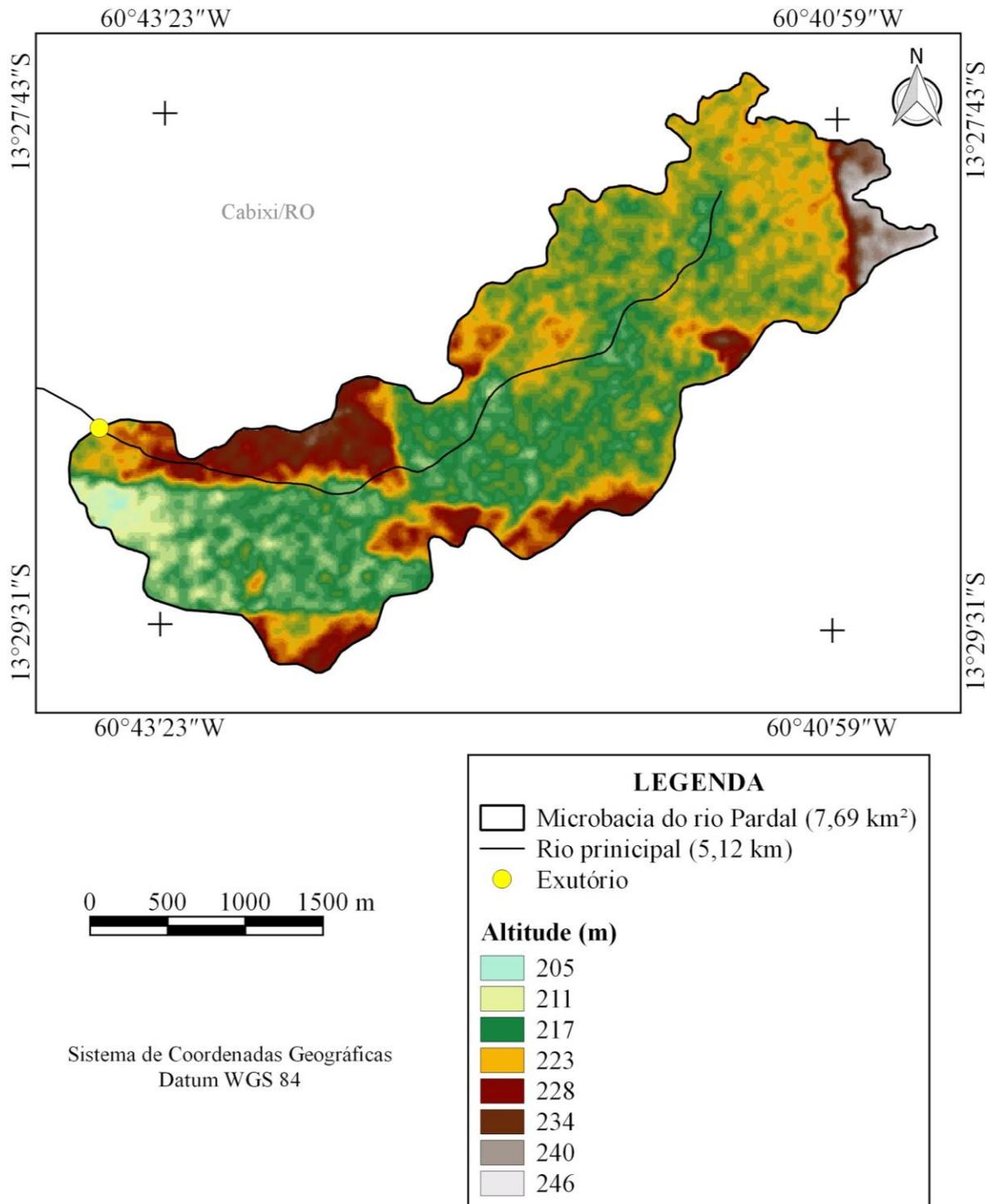


Figura 2. Altitude da microbacia do rio Pardal, Amazônia Ocidental, Brasil.

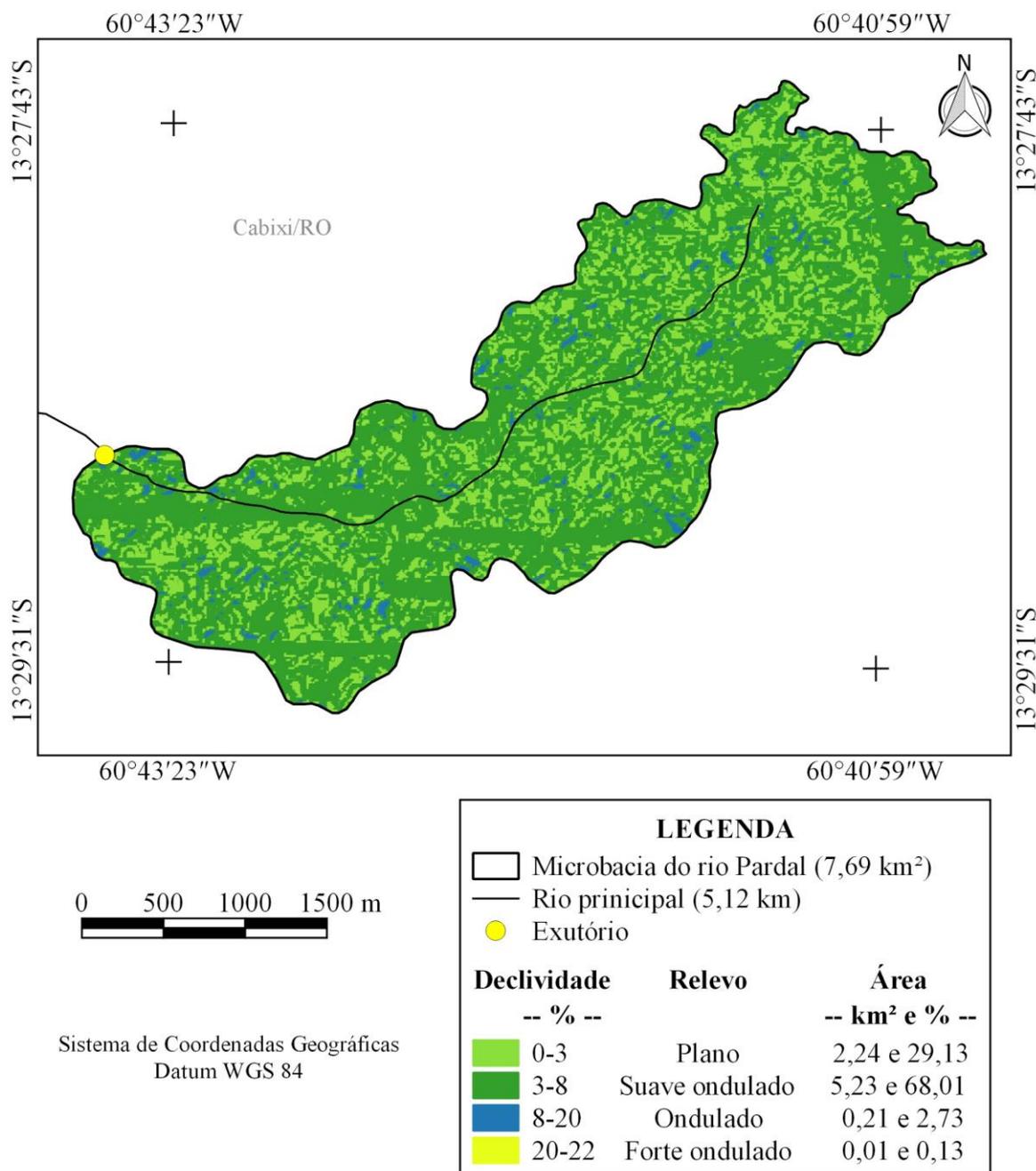


Figura 3. Relevo da microbacia do rio Pardal, Amazônia Ocidental, Brasil.

A suscetibilidade a perda de solo aumenta conforme o terreno se torna mais inclinado, uma vez que a velocidade de escoamento superficial se eleva, passando de lento no relevo plano para muito rápido no relevo montanhoso (LEPSCH *et al.*, 2015). Por esse motivo a seleção de práticas conservacionistas deve se basear na declividade do terreno (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014), ou no tipo de relevo, e no caso da microbacia em estudo, recomenda-se alternância de capinas, ceifa do mato e cobertura morta no relevo plano, plantio em contorno e terraceamento no relevo suave



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

ondulado, e as práticas anteriormente citadas, florestamento, controle do fogo e cordões de vegetação permanente para os relevos ondulado e forte ondulado. Também pode ser adotado práticas edáficas em todos os relevos com base no resultado da análise de solo, como correção e adubação.

Na microbacia há regiões classificadas como baixa (99,87%) e moderada (0,13%) influência na propagação de incêndios. Os incêndios são capazes de causar estragos nas estruturas presentes nos estabelecimentos agropecuários, perdas nas produções agrícolas e gado, logo, a predominância de baixa influência na propagação de incêndios se torna uma característica favorável para o desenvolvimento das atividades agropecuárias.

Com relação à aptidão à mecanização agrícola, usando a declividade como referência, observa-se que há regiões extremamente aptas a não aptas, mas existe um predomínio de regiões extremamente aptas (63,33%), muito aptas (35,76%) e aptas (0,65%), e quando somadas, abrangem 99,74% da área da microbacia. Logo, confirma o potencial da região para a mecanização agrícola, possibilitando a colheita mecanizada de culturas como soja e milho. O cultivo mecanizado destas culturas é comum no município de Cabixi, e no ano de 2019 chegou a 5ª e a 6ª posição de maiores áreas plantadas de milho (20.020 ha) e soja (24.630 ha), respectivamente, entre os municípios do estado de Rondônia (IBGE, 2021). Embora a análise da aptidão à mecanização neste trabalho tenha se respaldado na declividade da microbacia, outros fatores devem ser levados em consideração como a profundidade efetiva do solo (LEPSCH *et al.*, 2015) e a textura do solo (EMBRAPA, 2006).

Características hidrográficas

A microbacia do rio Pardal tem rede de drenagem de 7,69 km, padrão de drenagem dendrítico de 2ª ordem (Figura 4), 9 nascentes (Figura 5), 1,17 nascentes km⁻², densidade de drenagem de 0,95 km km⁻², coeficiente de manutenção de 1.052 m² m⁻¹, índice de sinuosidade de 16,21% e tempo de concentração de 2,33 h.

O padrão de drenagem dendrítico é encontrado com frequência em regiões com litologia formada por sedimentos inconsolidados, como também pode ser observado em outras microbacias da região, a exemplo das microbacias dos rios Jaçanã (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022b), Rio dos Veados (PANZA *et al.*, 2021), Ariranha (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a), Tamanduá (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022b), Rio das Almas (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021a), Boa Sorte (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022a) e Terra Nova (CAVALHEIRO *et al.*, 2022). Esse tipo de sedimento é considerado homogêneo do ponto de vista horizontal, permitindo a erosão e a formação de canais em todas as direções, corroborando com Parvis (1950). Este padrão é chamado de 'dendrítico' porque ele se ramifica como uma árvore. Sendo assim, o canal principal corresponde ao tronco da árvore e seus tributários se assemelham aos ramos irregulares da árvore (PARVIS, 1950). Os ramos representam os canais que fluem em direção ao rio principal, e as confluências encontram-se com os canais maiores em vários ângulos agudos de graduações variadas, porém nunca formando um ângulo reto.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Ânderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

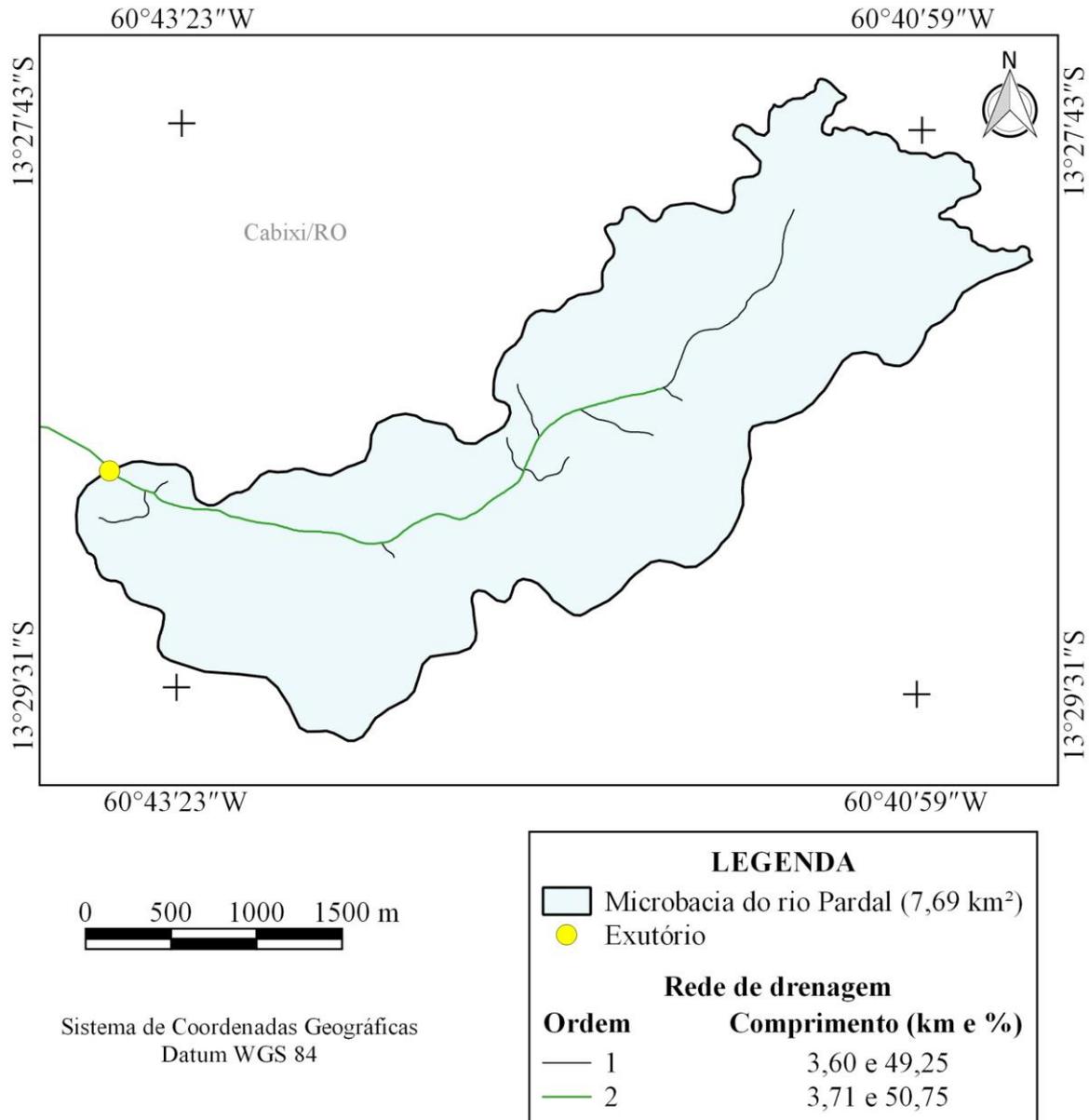


Figura 4. Rede e ordem de drenagem da microbacia do rio Pardal, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

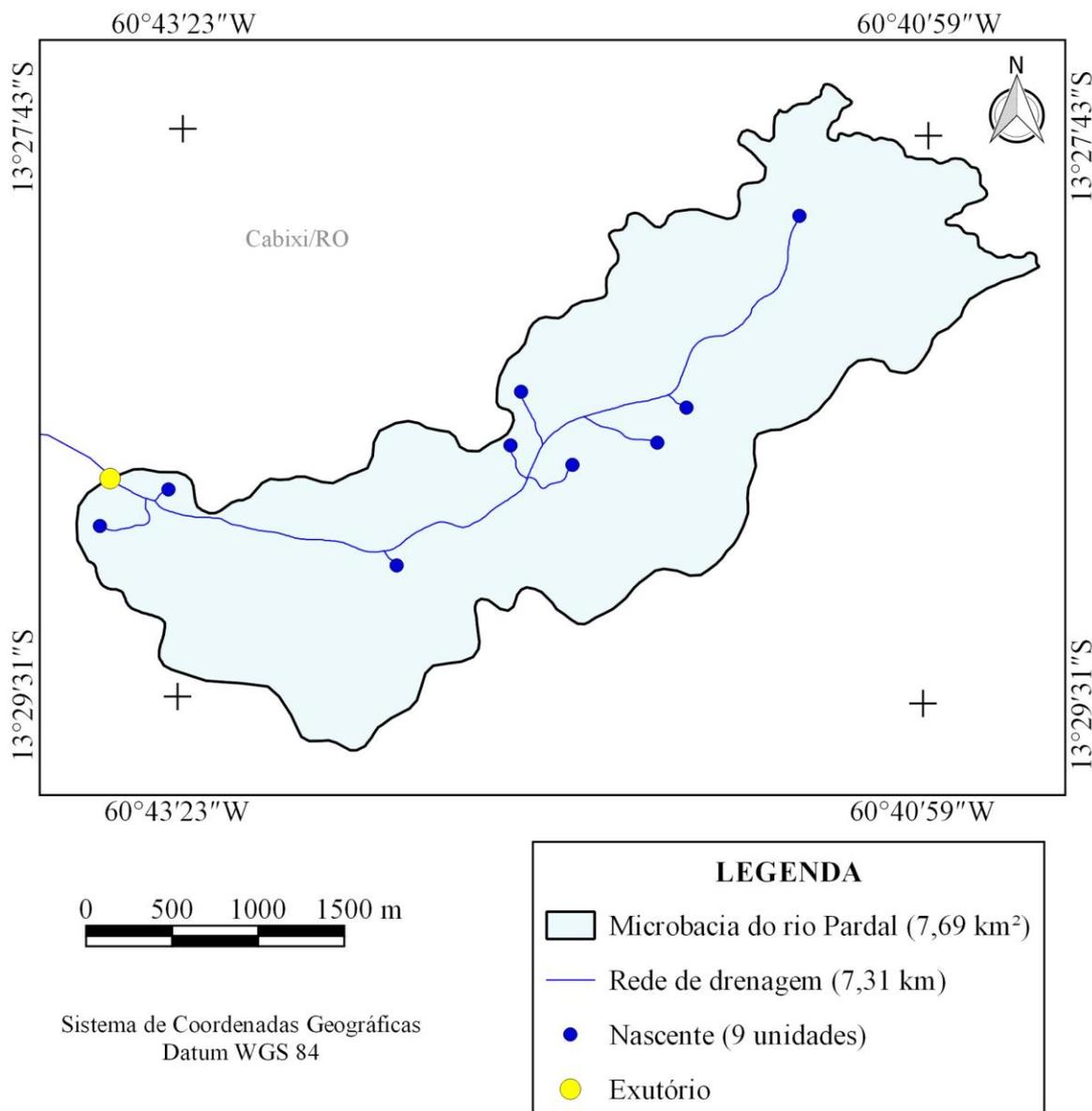


Figura 5. Distribuição espacial das nascentes da microbacia do rio Pardal, Amazônia Ocidental, Brasil.

A 2ª ordem do rio indica a formação de um rio de porte pequeno e com moderada probabilidade de secar durante o período de estiagem, ou seja, tem baixa condições para habitação de peixes. Com base nestas informações, compreende-se que a microbacia tem baixo potencial para o desenvolvimento de piscicultura, contudo, são recomendados estudos sobre a vazão do rio no período seco e qualidade da água, para se confirmar essa hipótese.

As densidades de nascentes e drenagem são classificadas como baixa e média, respectivamente. As nascentes são fontes de água que mantêm os cursos d'água, logo, teoricamente existe baixa disponibilidade hídrica. E a densidade de drenagem remete a distribuição espacial dos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Ânderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

recursos hídricos na paisagem, e no caso da microbacia em estudo é considerada média. Esses resultados reforçam a hipótese de baixo potencial para o desenvolvimento da piscicultura na região.

Com base no coeficiente de manutenção constata-se que são necessários 1.052 m² de área para manter perene 1 m de curso d'água. Esse valor é relativamente alto quando comparado com outras microbacia pertencentes a sub-bacia do rio Escondido, a exemplo das microbacias Alto Rio Escondido (234,1 m² m⁻¹) (VENDRUSCOLO *et al.*, 2020a), Médio Rio Escondido (246 m² m⁻¹) (VENDRUSCOLO *et al.*, 2020b), Enganado (347,22 m² m⁻¹) (MORETO *et al.*, 2019) e São Jorge (563 m² m⁻¹) (PACHECO *et al.*, 2020). De acordo com o exposto, verifica-se a necessidade de adoção de práticas de manejo que favoreçam a infiltração e o armazenamento de água no perfil do solo, para reduzir os riscos de escassez hídrica em períodos de estiagem.

O índice de sinuosidade denota a formação de um canal principal muito reto. Canais retos a muito retos são comumente encontrados em regiões com litologia formada por sedimentos inconsolidados, como pode ser observado nas microbacias dos rios Jaçanã (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022b), Rio dos Veados (PANZA *et al.*, 2021), Ariranha (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022a), Tamanduá (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022b), Rio das Almas (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021a) e Boa Sorte (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022a). Os sedimentos inconsolidados não oferecem resistência o suficiente para mudar a direção do fluxo hídrico e formar meandros (VENDRUSCOLO *et al.*, 2022b).

Em estudo realizado por Fietz *et al.* (2011), utilizando dados de uma estação meteorológica localizada a 41 km da microbacia em estudo, registraram-se precipitações com duração de 5 minutos a 24 h. E com base nos dados destes autores, estima-se que a cada 2 anos de tempo de retorno ocorram precipitações com duração de 2,33 h e intensidade de 43,71 mm h⁻¹. Portanto, o tempo de concentração da microbacia do rio Pardal é considerado baixo, visto que as precipitações da região podem ultrapassar o tempo de 2,33 h. Na condição, toda a área da microbacia pode contribuir simultaneamente para a captação da água da chuva e a formação de enchentes, independente do seu formato alongado.

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

No decorrer dos anos (1984 a 2021) houve redução da cobertura vegetal nativa da microbacia (6,28 km² para 2,52 km²), redução da área de espelho d'água (0,16 km² para 0,15 km²), e aumento da área de agropecuária (1,25 km² para 5,02 km²) ocupando mais de 60% da área da microbacia (Figura 6). Na zona ripária foi observada dinâmica de cobertura de solo semelhante ao da microbacia, destacando-se a redução da área de floresta nativa (0,42 km² para 0,39 km²) e o aumento da área de agropecuária (0,33 km² para 0,36 km²) (Figura 7).

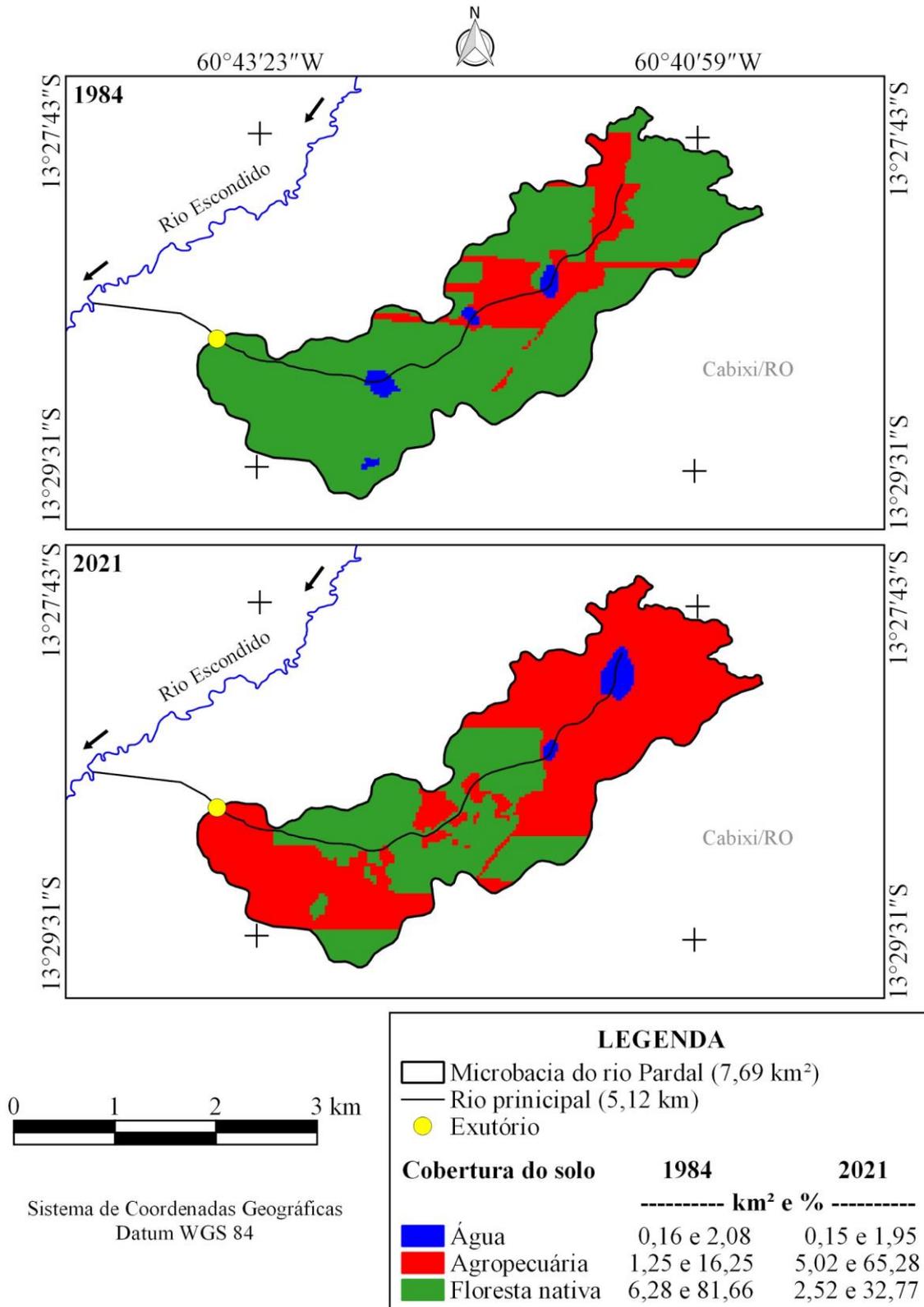


Figura 6. Dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo microbacia do rio Pardal, Amazônia Ocidental, Brasil.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

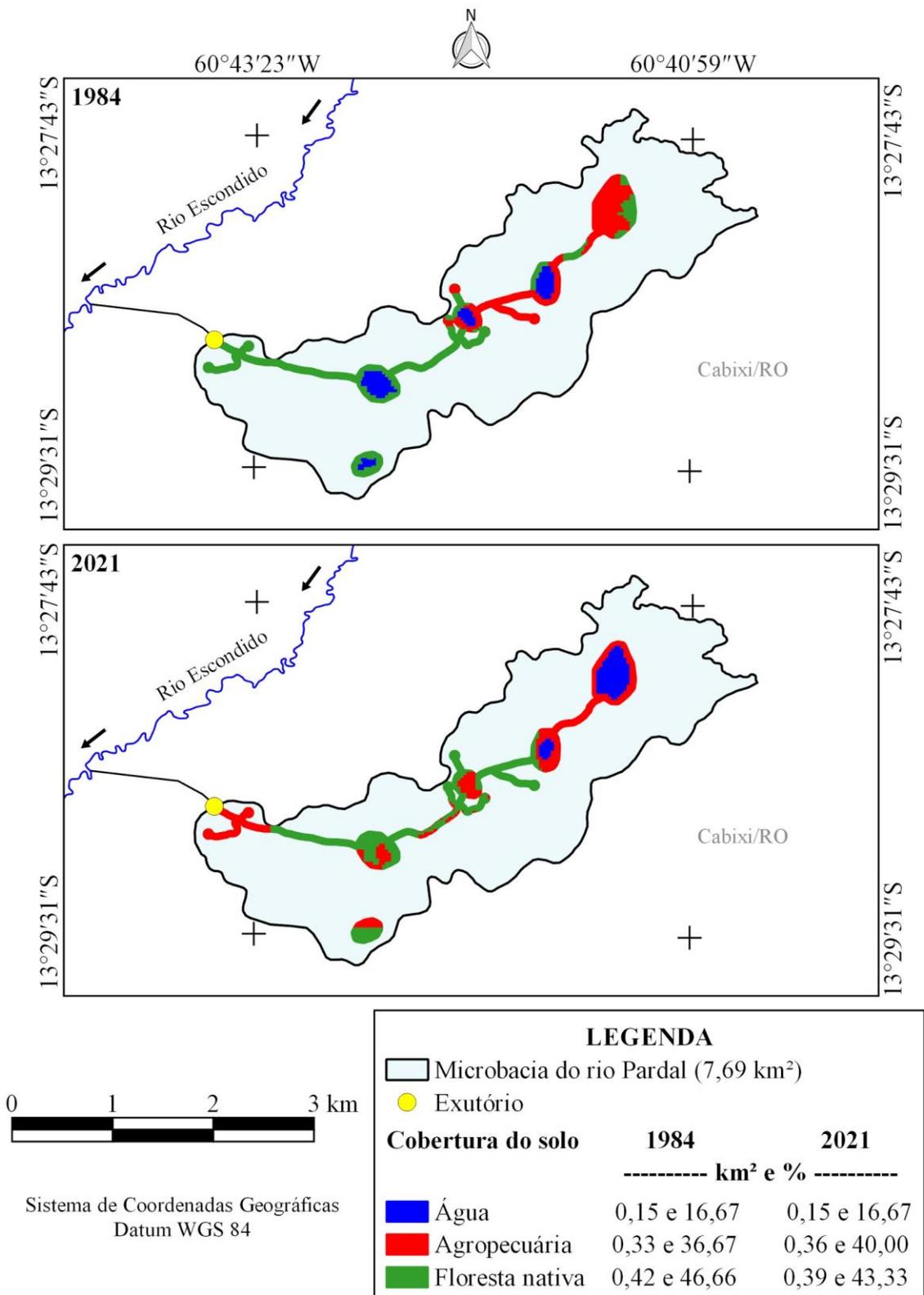


Figura 7. Dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo na zona ripária da microbacia do rio Pardal, Amazônia Ocidental, Brasil.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

O avanço da área de agropecuária sobre a área de floresta nativa é comum em vários municípios do estado de Rondônia, inclusive em áreas protegidas por lei (zona ripária), como verifica-se nas microbacias Rio das Garças (VENDRUSCOLO *et al.*, 2021b), Enganado (MORETO *et al.*, 2021), Pirarara (MENDES *et al.*, 2021), Manicoré (VENDRUSCOLO *et al.*, 2019), Tambiú (BARBOSA *et al.*, 2021), Jaçanã (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2022b), Jacuri (PANZA *et al.*, 2020) e Terra Nova (CAVALHEIRO *et al.*, 2022) localizadas nos municípios de Vilhena, Colorado do Oeste, Cacoal, Rolim de Moura, Alta Floresta D'Oeste, Pimenteiras D'Oeste, Corumbiara e Cabixi, respectivamente. Estes autores citam que este cenário é o resultado do padrão de ocupação do estado de Rondônia, que teve início com a execução de projetos de assentamento pelo Instituto Nacional de Reforma Agrária (INCRA). Segundo Oliveira (1994), o INCRA só regulariza as áreas quando nelas existem benfeitorias e as benfeitorias decorrem de desmatamentos.

A forma como ocorreram esses avanços das áreas de agropecuária no estado de Rondônia, conforme detalhado anteriormente, acarretou o favorecimento e ocorrência de uma série de impactos negativos, não somente ambientais, mas também sociais e econômicos. Um dos impactos indiretos que deve ser ressaltado, são as alterações no regime de chuvas mediante às mudanças no ciclo hidrológico ocasionados pela constante redução de áreas de floresta nativa como, por exemplo, problemas associados ao prolongamento do período de estiagem (LEITE-FILHO; PONTES; COSTA, 2019). Segundo Alvarenga Neto (2009), o método de expansão constante da fronteira agrícola em Rondônia, com aberturas sistemáticas de novas áreas de exploração não se sustenta, uma vez que tendem ao esgotamento total dos recursos naturais utilizados.

Diante do atual cenário, recomenda-se a recuperação da vegetação nativa na zona ripária, protegida pela legislação brasileira por meio da Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), e nas áreas de Reservas Legais que estejam ocupadas com agropecuária. Essa recuperação é muito importante para o desenvolvimento sustentável da região, visto que a vegetação nativa desempenha funções eco-hidrológicas voltadas à manutenção da quantidade e disponibilidade dos recursos hídricos (TAMBOSI *et al.*, 2015). Sem dúvidas, o grande desafio do poder público, na regulação das questões ambientais, é conseguir harmonizar a relação entre a sociedade e o meio ambiente, conciliando o uso dos recursos naturais e a conservação da natureza, sobretudo, em um cenário de grande carência social em significativa parcela da população, como é o caso do Brasil (ALVARENGA NETO, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microbacia tem área de 7,69 km², perímetro 18,15 km, altitude de 205 a 246 m, predominância do relevo suave ondulado (68,01%), baixa influência de propagação de incêndios em 99,87% da área total, regiões aptas a extremamente aptas para mecanização agrícola em 99,74% da área total, padrão de drenagem dendrítico, rios de até 2ª ordem, baixa densidade de nascentes, média densidade de drenagem, canal principal muito reto, alto coeficiente de manutenção e baixo tempo de



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

concentração. As características hidrogeomorfológicas da microbacia do rio Pardal confirmam a presença do potencial para o desenvolvimento de atividades econômicas como a agropecuária.

No período de 1984 a 2021 ocorreu a redução da área de floresta nativa e o aumento da área de agropecuária, de modo que, a agropecuária chegou a ocupar 65,28% da área da microbacia e 40% da área da zona ripária no último ano. Recomenda-se a recuperação de parte da vegetação nativa, principalmente na zona ripária.

As informações das características hidrogeomorfológicas e dinâmica da cobertura do solo (espacial e temporal) podem ser utilizadas para auxiliar na delimitação de áreas para aptidão agrícola e prioritárias para recuperação da vegetação nativa, assim como para a seleção de práticas conservacionista e planejamento de gestão dos recursos naturais, visando alcançar o desenvolvimento sustentável nesta região e a qualidade de vida da atual e das futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA NETO, I. **Uso de Ferramentas de SIG e Sensoriamento Remoto para o monitoramento do desmatamento em Unidades de Conservação: Estudo de caso da Floresta Nacional do Bom Futuro - RO.** 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho-RO, 2009.

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>

ASF - Alaska Satellite Facility. **Imagem altimétrica.** Fairbanks, AK: ASF, 2017. Disponível em: <https://www.asf.alaska.edu/>. Acesso em: 14 dez. 2021.

BARBOSA, D. D.; CAVALHEIRO, W. C. S.; SANTOS JUNIOR, 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. **Geografia y Sistemas de Información Geográfica**, v. 13, n. 20, p. 1-23, 2021b. Disponível em: www.revistageosig.wixsite.com/geosig. Acesso em: 21 jan. 2022.

BARBOSA, G. D.; FONSECA, M. H. Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta de apoio para a gestão de projetos ambientais. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 7, p. 127-135, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.21438/rbgas.040713>

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. **Conservação do solo.** 9. ed. São Paulo-SP: Ícone, 2014.

BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. Composição florística e distribuição altitudinal de epífitas vasculares da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 4, p. 141-159, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000400015>

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

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 4 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, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1039>

CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J. Importância de estudos em bacias hidrográficas para o manejo sustentável dos recursos hídricos em Rondônia. **Revista Geográfica Venezuelana**, edição especial, p. 256-264, 2019. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46149>. Acesso em: 15 mar. 2022.

CAVALLARI, R. S.; TAMAE, R. Y.; ROSA, A. J. A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 6, n. 11, p. 1-5, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**, 2. ed. São Paulo: 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 de fevereiro de 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro-RJ: EMBRAPA, 2006.

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.; 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 mar. 2022.

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

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, p. 80-92, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v18i0.39471>

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. **Pesquisa agrícola municipal**. Brasília-DF: IBGE, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

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: INPE, 2022. Disponível em: <http://www.dqi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 10 abr. 2022.

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, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/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 morfométricas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada, Quixelô, 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, 1995.

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>

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

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

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

PANZA, M. R.; DONEGÁ, M. V. B.; PACHECO, F. M. P.; NAGAO, E. O.; HARA, F. A. S.; CAVALHEIRO, W. C. S. e 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>



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

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. 1-23, 2021.

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

RIBEIRO, L.; KOPROSKI, L. de 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 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.; 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 hidrogeomorfológica temporal da paisagem da microbacia do rio Jaçanã, 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, 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: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

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

SILVA, E. C.; PRAIA, W. M.; SANTOS, A. A.; 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, p. e20910212408, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12408>

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

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

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>



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

HIDROGEOMORFOMETRIA E DINÂMICA DE COBERTURA DE SOLO DA MICROBACIA DO RIO PARDAL, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL

Fabricao Valcacio Travassos, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro, João Anderson Fulan, Francisco Adilson dos Santos Hara, Eduardo Ossamu Nagao, Kalline de Almeida Alves Carneiro, Silfran Rogério Marialva Alves, José Rafael Mendez Baldeon, Jhony Vendruscolo

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. Disponível em: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46171>

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>

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

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

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 hidrogeomorfológicas 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.