
Características da paisagem na microbacia Água Limpa, Amazônia Ocidental, Brasil

Landscape characteristics in the microbasin Água Limpa, Western Amazon, Brazil

Donegá, Miquel Victor Batista; Marinho, Danilo da Silva; Cavalheiro, Wanderson Cleiton Schmidt; Junior, Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos; Vendruscolo, Jhony



 **Miquel Victor Batista Donegá**
miquel@ufam.edu.br
Universidade Federal do Amazonas, Brasil

 **Danilo da Silva Marinho**
danilomarinhorm@gmail.com
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

 **Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro**
engflo.ro@gmail.com
Cavalheiro Engenharia Rural Empresarial - LTDA, Brasil

 **Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Junior**
nilsonrfs.junior@gmail.com
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

 **Jhony Vendruscolo**
jhonyvendruscolo@gmail.com
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

Revista Presença Geográfica
Fundação Universidade Federal de Rondônia, Brasil
ISSN-e: 2446-6646
Periodicidade: Frecuencia continua
vol. 9, núm. 2, Esp., 2022
rpgeo@unir.br

Recepção: 05 Julho 2021
Aprovação: 30 Setembro 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/274/2744715030/>

Resumo: As informações da paisagem são essenciais para o planejamento do uso e ocupação agrícola, e gestão integrada dos recursos naturais. Logo, o objetivo do trabalho foi realizar a caracterização geométrica, topográfica e hidrográfica da microbacia Água Limpa, Amazônia Ocidental, Brasil. Para a caracterização foram utilizados os softwares Google Earth e QGIS 2.10.1, e dados da literatura. A microbacia Água Limpa tem área de 99,32 km², perímetro de 71,85 km, forma alongada, altitudes entre 204 a 590 m, predominância dos relevos suave ondulado e ondulado, 81,15% da área apta a extremamente apta à mecanização agrícola, 81,88% da área com baixa influência na propagação de incêndios, rede hidrográfica de 228,58 km, padrão dendrítico de 6^a ordem, média densidade de nascentes, alta densidade de drenagem, coeficiente de manutenção de 434,5 m. m⁻¹, canal principal divagante e tempo de concentração de 7,04 h. A microbacia tem características favoráveis ao desenvolvimento da agropecuária, contudo, é necessário adotar práticas de manejo conservacionista do solo, e manter a cobertura florestal na zona ripária e áreas de reservas legais, para conciliar o crescimento econômico e a conservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica, Recursos Hídricos, Características hidrogeomorfológicas, Manejo de recursos naturais.

Abstract: The landscape information is essential for planning agricultural use and occupation, and integrated management of natural resources. Soon, the objective of this work is to do geometric, topographic and hydrographic descriptions of Água Limpa microbasin, West Amazon, Brazil. To the description was utilized Google Earth and QGIS 2.10.1 softwares, and literature data. The Água Limpa microbasin has 99,32 km² total area, 71,85 km perimeter, elongated form, altitudes between 204 and 590 m, predominance of smoothy wavy and wavy relief, 81,15% area apt for agricultural mechanization, 81,88% area with low influence to fire, 228,58 km hydrographic network, 6th order dendritic pattern, average spring density, high drainage density, 434,5 m. m⁻¹ maintenance coefficient, rambling main channel and 7,04 h concentration time. The microbasin has favorable characteristics to agricultural development, despite that, it's necessary to adopt soil conservationist management practices, and maintaining forest cover in riparian zone and

areas of legal reserves, reconciling economic growth and the conservation of natural resources.

Keywords: Geographic Information System, Water resources, hydrogeomorphometric characteristics, Management of natural resources.

INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda por recursos naturais para o desenvolvimento de atividades humanas ao longo dos anos, associado ao uso inadequado do solo e práticas de manejo inadequadas tem ocasionado sérios problemas ambientais. Esse cenário é comum na zona rural, havendo a necessidade de uso e gestão racional dos recursos naturais, tendo em vista que estes recursos são finitos. Logo, é importante conhecer as potencialidades e limitações dos recursos naturais na paisagem, para selecionar as melhores formas de uso e ocupação do solo, e, conseqüentemente, possibilitar o desenvolvimento sustentável dos estabelecimentos agropecuários privados.

A bacia hidrográfica é considerada a unidade adequada para gestão dos recursos hídricos, por possibilitar o planejamento com base no uso integrado das águas (BRASIL, 1997). Essa área é delimitada por interflúvios, e composta por uma rede de drenagem que concentra todo o fluxo hídrico em um curso d'água principal, antes da vazão confluir para uma única saída, conhecida como exutório (MAGALHÃES JÚNIOR et al., 2020). Para facilitar a coleta de dados e aumentar a qualidade das informações, as bacias hidrográficas podem ser subdivididas em sub-bacias, ou até mesmo em microbacias.

A microbacia do rio Água Limpa, pertence a bacia do rio Guaporé e sub-bacia do rio Vermelho (SEDAM, 2002), e abrange 201 estabelecimentos agropecuários privados (INCRA, 2018). Apesar da grande relevância socioeconômica e ambiental, existem poucas informações a respeito da paisagem da microbacia. Estas informações estão associadas às características geométricas, topográficas e hidrográficas, e podem ser obtidas com o uso de geotecnologias (MORETO et al., 2019; COSTA et al., 2019; VENDRUSCOLO et al., 2019; ZANCHETTA et al., 2019). Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que são ferramentas computacionais para geoprocessamento, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados (CÂMARA; DAVIS, 2001), e assim, observar as potencialidades da paisagem para o desenvolvimento de atividades antrópicas e as limitações dos recursos naturais.

Em face ao exposto, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a paisagem da microbacia Água Limpa, com o intuito de fornecer informações essenciais ao planejamento e gestão dos recursos naturais da região.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e características gerais da área de estudo

O trabalho foi realizado na microbacia do rio Água Limpa, localizada no município de Cabixi, estado de Rondônia (Figura 1). A região tem clima do tipo Monção, temperatura média anual entre 24 e 26°C (ALVARES et al., 2013), e precipitação de 1.728,9 a 1.843,7 mm ano⁻¹, concentrada nos meses de novembro a março (FRANCA, 2015).

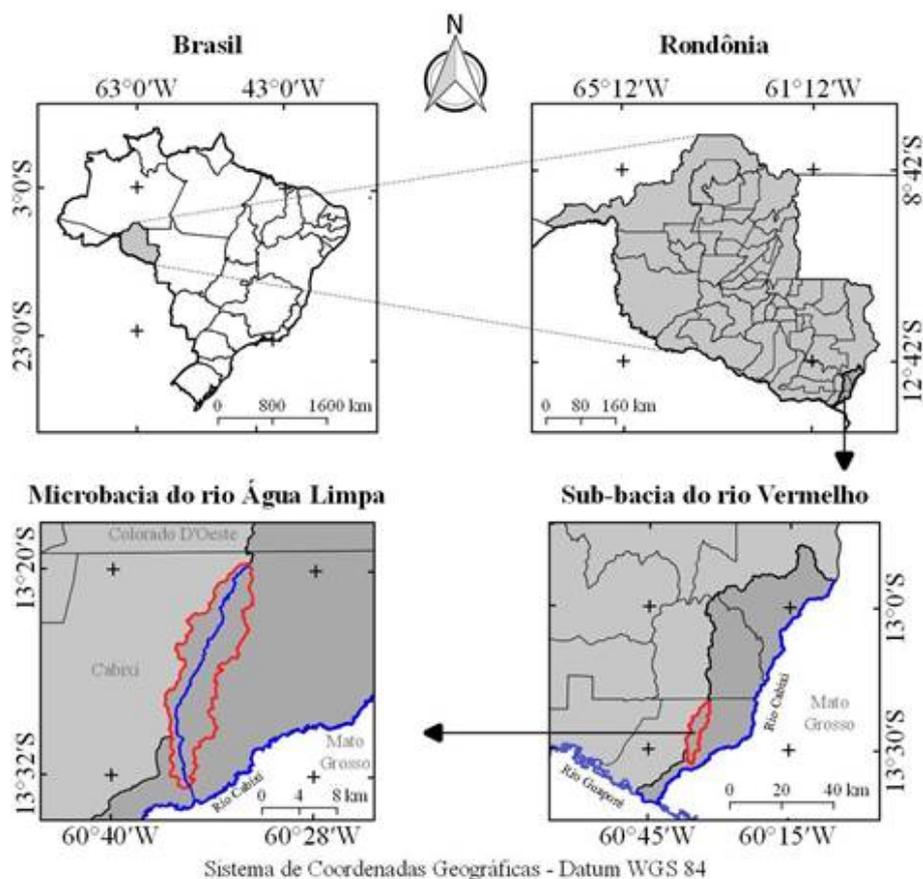


FIGURA 1
Localização da microbacia Água Limpa, Amazônia Ocidental, Brasil

Parâmetros analisados

Os parâmetros da paisagem estão relacionados com as características geométricas (área, perímetro, fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade), topográficas (altitude média, mínima e máxima, amplitude altimétrica e relevo) e hidrográficas (padrão de drenagem, ordem dos rios, densidade de nascentes, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, comprimento do canal principal, índice de sinuosidade e tempo de concentração). Os parâmetros foram obtidos, mensurados e analisados com os softwares QGIS 2.10.1 (versão Pisa) (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2015) e Google Earth (GE), e dados da literatura.

Características geométricas

A área da microbacia foi extraída automaticamente com a ferramenta TauDEM nas seguintes etapas: Pit Remove < D8 Flow Directions < D8 Contributing Area - 1ª versão < Stream Definition By Threshold < Edição do exutório < D8 Contributing - 2ª versão). Em seguida, a área gerada automaticamente, foi ajustada manualmente no GE, com base nas características do relevo e direção do fluxo hídrico. Por fim, a área e o perímetro foram calculados com a ferramenta "Calculadora de campo".

Os parâmetros fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade, que indicam a suscetibilidade a enchentes da microbacia, foram calculados com as equações 1, 2 (VILLELA; MATTOS, 1975) e 3 (CHRISTOFOLETTI, 1980), e classificados de acordo com a 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 geométricos

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

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

Características topográficas

Os valores de altitude mínima e máxima foram extraídos da imagem altimétrica do satélite Alos, com resolução espacial de 12,5 m (ASF, 2017), enquanto a altitude média foi calculada com a ferramenta “Estatística por Zona”. O relevo foi extraído com base na imagem altimétrica citada, e classificado de acordo com Santos et al. (2013) em plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%) e escarpado (> 75%). Para auxiliar na interpretação dos dados, o relevo também foi classificado em relação ao potencial a mecanização agrícola em extremamente apto (0-5%), muito apto (5,1-10%), apto (10,1-15%), moderadamente apto (15,1-20%) e não apto (> 20%) (H#FIG; ARAUJO-JUNIOR, 2015), e influencia a propagação de incêndios em baixa (< 15%), moderada (16-25%), alta (26-35%), muito alta (36-45%) e extremamente alta (> 45%) (RIBEIRO et al., 2008).

Características hidrográficas

Os rios foram delimitados manualmente no software GE, utilizando a ferramenta “Adicionar caminhos”, e unidos no software QGIS para a elaboração da rede de drenagem. Em seguida, a distribuição espacial dos rios foi comparada com dados de Parvis (1950), para identificação do padrão de drenagem.

A ordem dos rios foi classificada com a ferramenta “Strahler”. Nessa classificação, o encontro de dois rios de 1ª ordem forma um rio de 2ª ordem, o encontro de dois rios de 2ª ordem forma um rio de 3ª ordem, e assim sucessivamente (Strahler, 1954). Esse parâmetro indica a complexidade do ecossistema aquático e foi classificado de acordo com a Fairfull e Witheridge (2003) (Tabela 2).

TABELA 2
Relação da ordem dos rios e formação de habitats para peixes

Parâmetro	Limite	Classe
Ordem dos rios	1 2 3 ≥ 4	Improvável habitat de peixes Baixas condições para habitação Moderadas condições para habitação Elevadas condições para habitação

Fonte: adaptado de Fairfull e Witheridge (2003)

Os parâmetros densidade de nascentes, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, índice de sinuosidade e tempo de concentração, foram calculados com as equações 4 (SANTOS et al., 2012), 5 (HORTON, 1932), 6 (SANTOS et al., 2012), 7 (VILLELA; MATTOS, 1975) e 8 (KIRPICH, 1940, apud TARGA et al., 2012).

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

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

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

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

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

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

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

Onde: I_s = índice de sinuosidade (%); L = comprimento do canal principal (km); D_v = distância vetorial do canal principal (km)

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

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

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

TABELA 3

Classificação dos parâmetros densidade de nascentes, densidade de drenagem e índice de sinuosidade

Parâmetro	Unidade	Limite	Classe
Densidade de nascentes 1	Nascentes km ⁻²	< 3	Baixa
		3-7	Média
		7-15 > 15	Alta Muito alta
Densidade de drenagem 2	km km ⁻²	< 0,50	Baixa
		0,50-2,00	Média
		2,00-3,50	Alta
		> 3,50	Muito alta
Índice de sinuosidade 3	%	< 20	Muito reto
		20-29	Reto
		30-39	Divagante
		40-50 >	Sinuoso
		50	Muito sinuoso

Fonte: ¹Lollo (1995); ²Beltrame (1994); ³Romero et al. (2017)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características geométricas

A microbacia Água Limpa tem área de 99,32 km², perímetro de 71,85 km, fator de forma 0,15, índice de circularidade de 0,24 e coeficiente de compacidade 2,02. As características geométricas sugerem que a microbacia tem forma alongada e não é suscetível a enchentes. Apesar da microbacia Água Limpa apresentar suscetibilidade baixa à ocorrência de enchentes, do ponto de vista geométrico, é importante destacar que podem ocorrer grandes enchentes em função do uso e manejo do solo. O pisoteio animal em sistemas pecuários por exemplo, pode ocasionar a compactação do solo (VZZOTTO et al., 2000), e assim, aumentar o escoamento superficial.

Em trabalhos realizados por Moreto et al. (2019), Soares et al. (2019) e Vendruscolo et al. (2020a), nas microbacias dos rios Enganado, Santa Teresinha e Médio Rio Escondido, respectivamente, também foram observadas baixas a médias suscetibilidades a enchentes. Estas microbacias também pertencem a bacia do rio Guaporé, assim como a microbacia em estudo, indicando um padrão para a região.

Características topográficas

A região de estudo tem altitudes que variam de 204 a 590 m, com média de 290 m e amplitude altimétrica de 386 m (Figura 2). A altitude influencia na temperatura do ambiente, sendo observado a redução de 1°C a cada 126 m de ascensão vertical (FRITZSONS et al., 2016), portanto, a amplitude térmica da microbacia Água Limpa pode chegar a 3,03°C. Este parâmetro é determinante para o estabelecimento de espécies agrícolas e florestais, a exemplo das seguintes espécies: mandioca (*Manihot esculenta*), arroz (*Oryza sativa*), melancia (*Citrullus lanatus*), abacaxi (*Ananas comosus*), urucum (*Bixa orellana*), pimenta (*Capsicum frutescens*), café robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*), soja (*Glycine max*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), cacau (*Theobroma cacao*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*), as quais podem ser encontradas na faixa de altitude da microbacia, como observado em Bourke (2010).

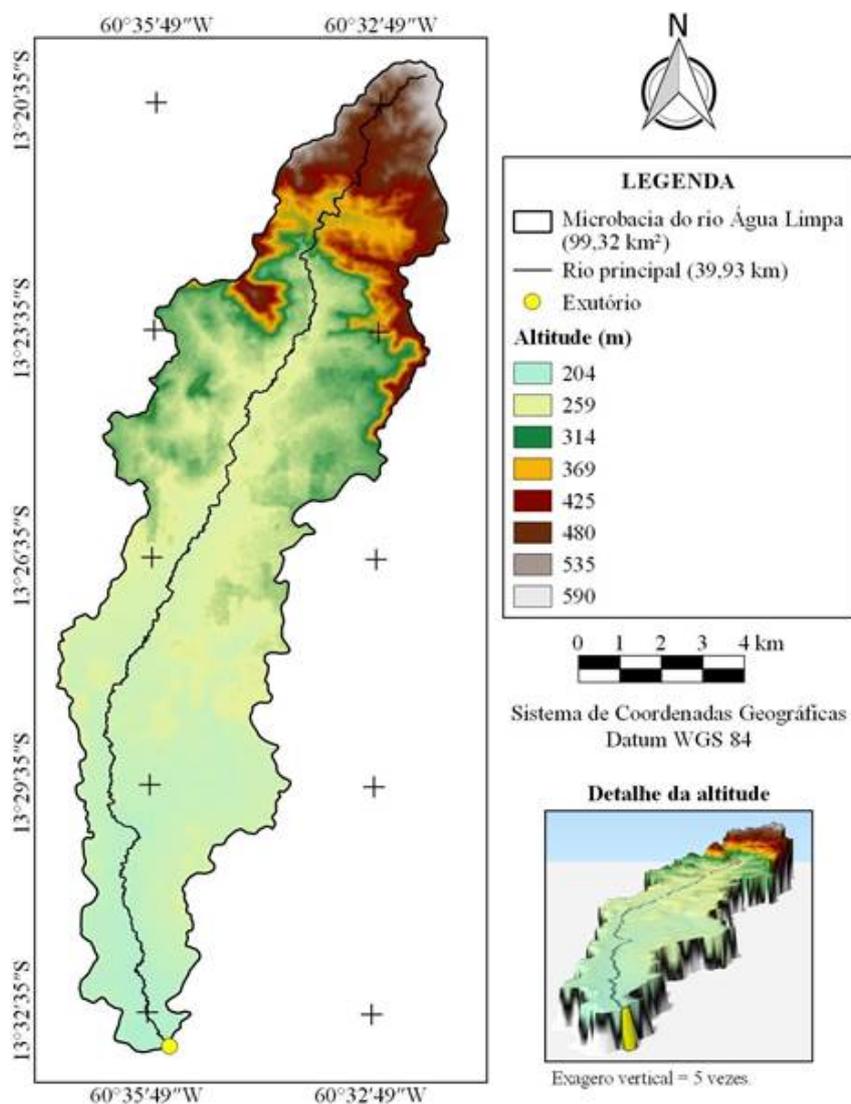


FIGURA 2
Altitude da microbacia Água Limpa, Amazônia Ocidental, Brasil

Em relação ao relevo da microbacia, houve variação entre plano e escarpado, com predominância das classes de relevo suave ondulado (43,32%) e ondulado (26,01%) (Figura 3). Com base neste parâmetro observa-se que a microbacia tem 81,15% da área apta a extremamente apta a mecanização agrícola, e 81,88% da área com baixa influência na propagação de incêndios.

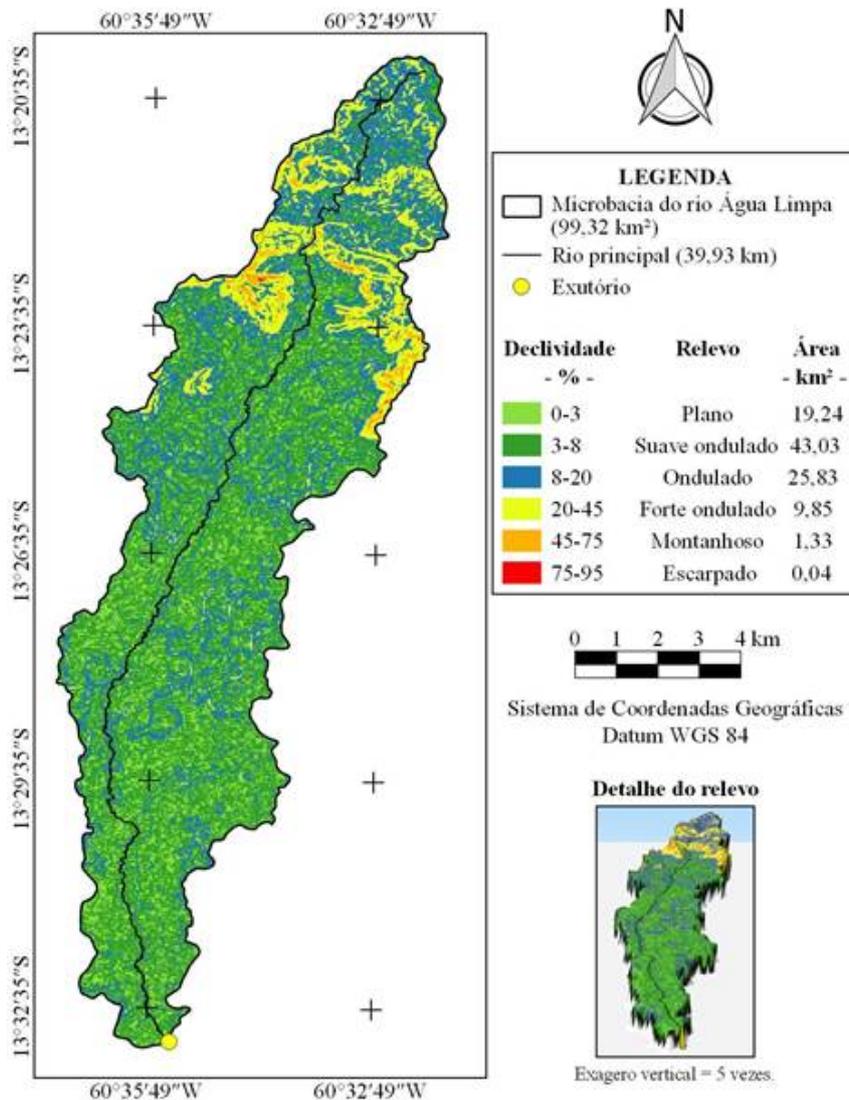


FIGURA 3
Relevo da microbacia Água Limpa, Amazônia Ocidental, Brasil

É importante ressaltar que o relevo influencia a perda de solos e a seleção das práticas de manejo. À medida que a declividade aumenta, eleva-se a suscetibilidade do solo à erosão hídrica, e a limitação para implantação de sistemas agropecuários (PEREIRA; LOMBARDI NETO, 2004). As práticas de manejo também tendem a ser mais rigorosas com o aumento da declividade, sendo recomendado em muitos casos práticas integradas de manejo (mecânica, vegetativa e edáfica), para melhorar as condições de crescimento e desenvolvimento da vegetação, e a eficiência de controle da erosão hídrica (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014). Para a microbacia em estudo, recomenda-se a manutenção e recuperação das matas ciliares, e reservas legais, cultivo em contorno, construção de terraços, correção e adubação do solo nas áreas de cultivo. As práticas de manejo recomendadas também propiciam o aumento da capacidade de infiltração de água no solo, abastecimento do lençol freático e manutenção de uma vazão mais regular dos rios ao longo do ano.

Características hidrográficas

A microbacia Água Limpa tem rede de drenagem de 228,58 km, padrão dendrítico de 6ª ordem (Figura 4), 5,19 nascentes km⁻² (Figura 5), densidade de drenagem 2,30 km km⁻², coeficiente de manutenção de 434,5 m² m⁻¹, canal principal de 39,93 km, índice de sinuosidade 38,87% e tempo de concentração de 7,04 h.

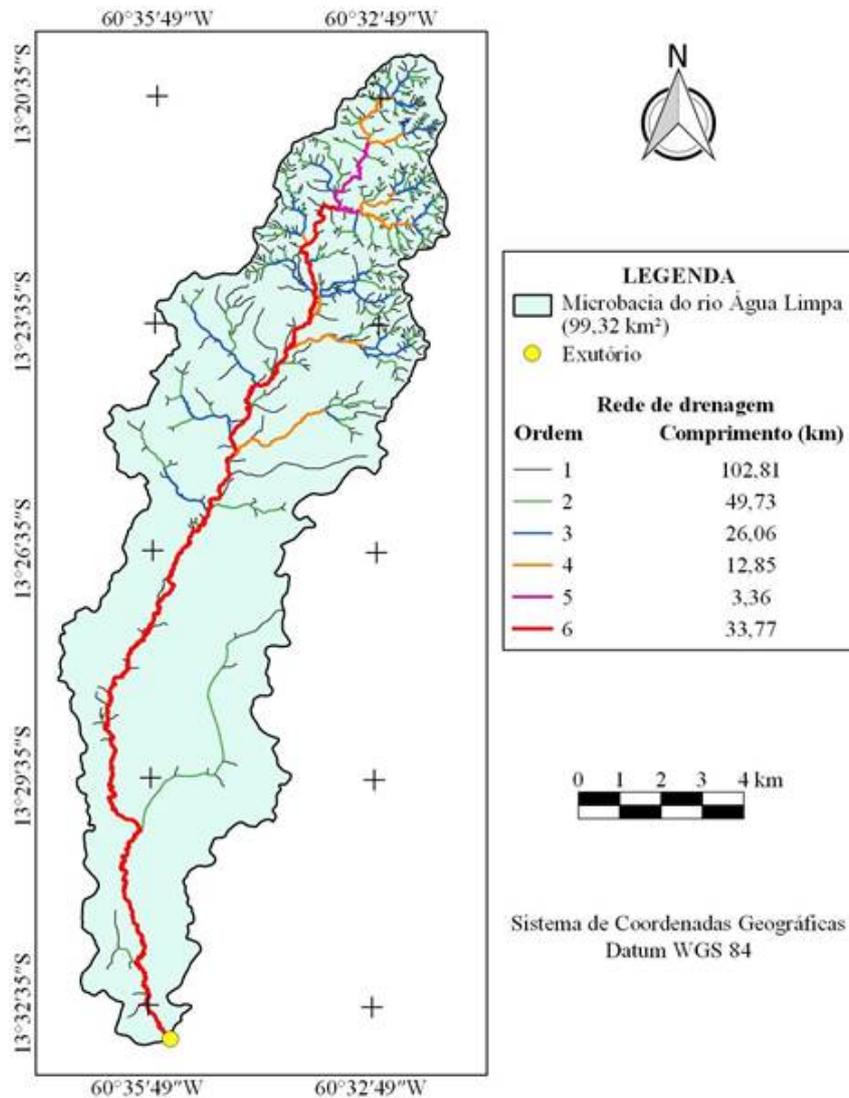


FIGURA 4
Rede e ordem de drenagem da microbacia Água Limpa, Amazônia Ocidental, Brasil

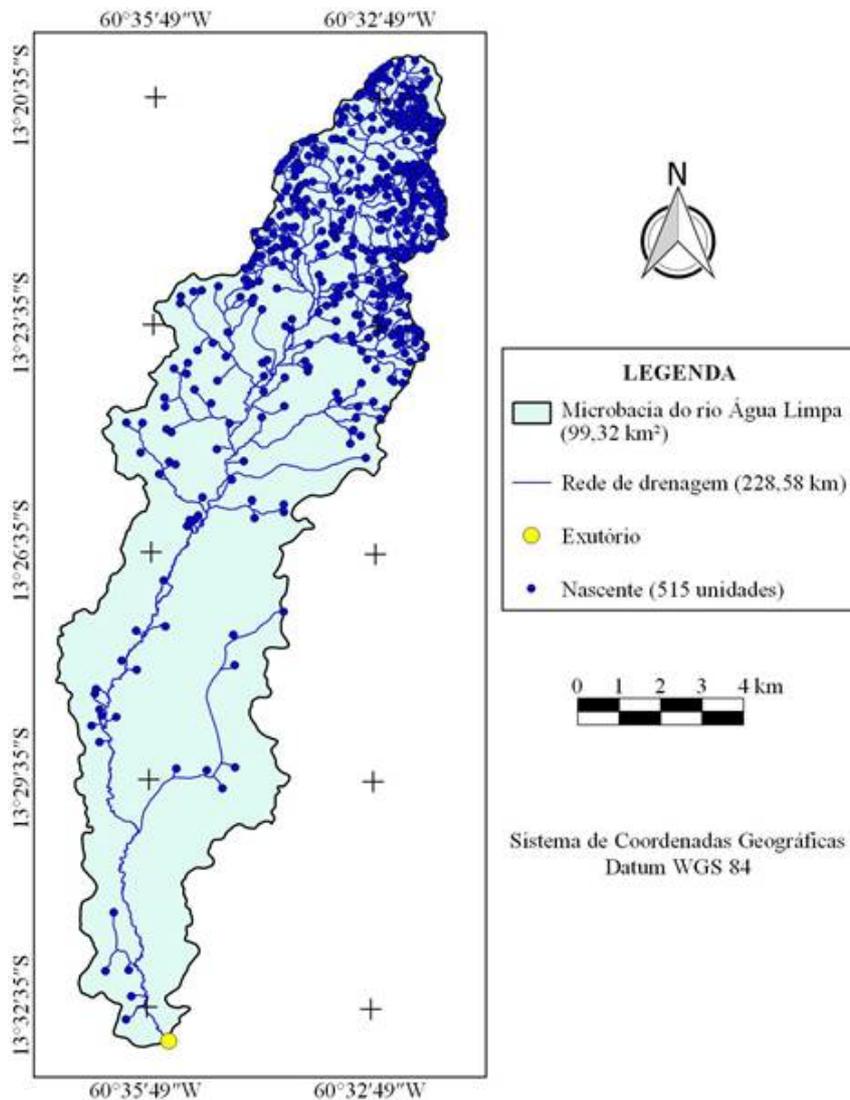


FIGURA 5

Distribuição espacial das nascentes da microbacia do rio Água Limpa, Amazônia Ocidental, Brasil

O padrão de drenagem dendrítico geralmente ocorre em rios que fluem sobre rochas horizontais homogêneas (PARVIS, 1950). Esse tipo de padrão assemelha-se a uma árvore, onde os galhos representam os cursos d’água iniciais, e o tronco representa o canal principal (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017a).

O número de ordens de drenagem denota um ecossistema aquático com elevadas condições para habitação de peixes. Esse resultado assemelha-se aos observados nas microbacias Médio Rio Escondido (VENDRUSCOLO et al., 2020a), Enganado (MORETO et al., 2019) e Alto Rio Escondido (VENDRUSCOLO et al., 2020b), as quais têm ordens de drenagem de 5, 6 e 7, respectivamente. Estas microbacias também pertencem a bacia do rio Guaporé, reconhecida pela grande diversidade ictiológica (COTA et al., 2019). Portanto, a região pode ser considerada essencial para a manutenção do ecossistema aquático, o que denota a extrema necessidade de se adotar planos de manejo ambiental nos sistemas agropecuários, para reduzir os impactos destas atividades.

Os valores das densidades de nascentes e drenagem, são considerados médio e alto, respectivamente. A densidade de nascentes está associada com a capacidade da microbacia gerar novos cursos d’água, e pode ser afetada pelo uso do solo. A atividade pecuária, por exemplo, por resultar no pisoteio animal sobre o solo, é considerada um dos fatores mais comuns de indução de fluxo concentrado e desenvolvimento de

erosão acanalada no interior do Brasil (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017b). Inicialmente ocorre a formação de erosão laminar, e com o tempo, evolui para sulcos, ravinas e voçorocas, alcançando lençol freático. Esse processo também está relacionado com a formação de novos canais de drenagem.

A alta densidade de drenagem indica boa disponibilidade hídrica na microbacia (MORETO et al., 2019), e a necessidade de um planejamento mais rigoroso para a manutenção da quantidade e qualidade de água. As atividades agropecuárias, quando manejadas de forma inadequada, podem ocasionar problemas de assoreamento e contaminação dos recursos hídricos (VISCHI FILHO et al., 2016). No agronegócio, por exemplo, são utilizados agrotóxicos com alto potencial de contaminação da água no lençol freático, rios e córregos (FERREIRA et al., 2016). Em face ao exposto, verifica-se a importância da manutenção da vegetação nativa na zona ripária.

O coeficiente de manutenção é considerado elevado, quando comparado com os valores observados nas microbacias Alto Rio Escondido ($234,1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (VENDRUSCOLO et al., 2020b) e Enganado ($347,22 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (MORETO et al., 2019), e baixo quando comparado a microbacia do rio Tinguí ($465,12 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$) (SANTOS et al., 2019). Este parâmetro relaciona a área necessária para manutenção de um determinado comprimento de curso d'água (SCHUMM, 1956). Portanto, é necessário maior área para manutenção do fluxo hídrico na microbacia do rio Água Limpa, em comparação com a microbacia Alto Rio Escondido, e menor área em relação a microbacia do rio Tinguí.

O índice de sinuosidade indica que o rio principal é divagante. Essa característica é comum em regiões onde há predominância de áreas planas e com padrão de drenagem dendrítica, e resulta em fluxo hídrico lento, quando comparado a um canal retilíneo. A microbacia em estudo está localizada no vale do Guaporé, onde é comum a presença de canais divagantes a sinuosos (VENDRUSCOLO et al., 2020a; VENDRUSCOLO et al., 2020b; SANTOS et al., 2019).

O tempo de concentração na microbacia Água Limpa (7,04 h) é superior aos observados nas microbacias Médio Rio Escondido (4,46 h) (adaptado de Vendruscolo et al., 2020b) e São Jorge (3,03 h) (adaptado de PACHECO et al., 2020). Essa diferença está relacionada com vários fatores, destacando-se o comprimento do canal principal das microbacias, onde observam-se valores de 39,93, 24,05 e 16,07 km, para Água Limpa, Médio Rio Escondido e São Jorge, respectivamente. O tempo de concentração, associado ao comprimento do canal principal, também indica diferenças de velocidade nos fluxos hídricos das microbacias citadas ($5,67$, $5,39$ e $5,30 \text{ km h}^{-1}$, respectivamente).

É importante destacar que apesar do formato da microbacia indicar baixa suscetibilidade a enchentes, na região ocorrem precipitações que ultrapassam o tempo de 7,04 h. Em Colorado do Oeste, município próximo a microbacia em estudo, podem ocorrer precipitações com tempo de duração de até 24 h (FIETZ et al., 2011). Diante destas informações verifica-se que toda a área da microbacia pode contribuir simultaneamente para a formação de enchentes, quando o tempo de duração das chuvas excederem 7,04 h e a taxa de precipitação for superior à capacidade de infiltração de água no solo. Portanto, recomenda-se a adoção de práticas de manejo conservacionista do solo para favorecer a infiltração de água, a fim de reduzir os riscos de enchentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microbacia Água Limpa tem forma alongada, baixa suscetibilidade a enchente, predominância de relevos suave ondulado e ondulado, altitudes de 204 a 590 m, rede de drenagem de 228,58 km, padrão dendrítico, drenagem de 6ª ordem, $5,19 \text{ nascente km}^{-2}$, densidade de drenagem $2,30 \text{ km km}^{-2}$, coeficiente de manutenção de $434,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$, índice de sinuosidade de 38,87% e tempo de concentração de 7,04 h.

Com base nas características da paisagem é possível afirmar que a microbacia do rio Água Limpa tem condições favoráveis para o estabelecimento de atividades agropecuárias. Para conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação dos recursos naturais na região, é necessário adotar práticas integradas de

manejo conservacionista do solo, manter a floresta nativa na zona ripária e reservas legais, e recuperar a vegetação nativa nas áreas protegidas por lei.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- ASF - Alaska Satellite Facility. *Imagem altimétrica*. Disponível em: <https://www.asf.alaska.edu/>. Acesso em: 2017.
- BELTRAME, A. V. *Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. Florianópolis-SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 1994. 122 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 9. ed. São Paulo-SP: Ícone, 2014. 360p.
- 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. Terra Australia 32*. Canberra: ANU E-Press/Australian National University, 2010. p. 473-512.
- BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Legislação federal. 1997. Acesso em: 23 fev. 2023.
- CÂMARA, G. e DAVIS, C. Introdução. In: Câmara, G., Davis, C. e Monteiro, A. M. V. *Introdução da Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos-SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. p. 1-5.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2ª Ed. São Paulo-SP: Edgard Blucher, 1980. 188 p.
- COSTA, D. P.; VENDRUSCOLO, J.; ROSA, D. M.; MENDES, D. M.; CAVALHEIRO, W. C. S.; RODRIGUES, A. A. M. Morfometria e dinâmica de desmatamento da microbacia Canaã, Amazônia, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 12, p. 30754-30772, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n12-187
- COTA, T.; SILVA, F.; GONÇALVES, A.; LIMA, D.; CARAMELLO, N. Indicadores socioambientais como instrumento de gestão de território fluvial: comunidade de Rolim de Moura do Guaporé-RO. GOT, *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, v. 17, p. 29-54, 2019. DOI: 10.17127/got/2019.17.002
- FAIRFULL, S.; WITHERIDGE, G. *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. Sydney: NSW Fisheries, 2003.
- FERREIRA, M. J. M.; VIANA JÚNIOR, M. M.; PONTES, A. G. V.; RIGOTTO, R. M.; GADELHA, D. Gestão e uso dos recursos hídricos e a expansão do agronegócio: água para quê e para quem? *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 21, n. 3, p. 743-752, 2016. DOI: 10.1590/1413-81232015213.21012015
- 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. 117 p.
- 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.; WREGGE, M. S. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 18, p. 80-92, 2016.
- H#FIG, P. e 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.
- HORTON, R. E. Drainage basin characteristics. *Transactions, American Geophysical Union*, v. 13, n. 1, 350-361, 1932.
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. *Acervo fundiário*. Disponível em <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- 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*, p. 1-7. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Palmas, Brasil, 2012.
- 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. São Carlos-SP: Universidade de São Paulo, 1995. 46 p. *Tese (Doutorado em Engenharia Geotécnica)*
- MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. de P.; LAVARINI, C. *Unidades espaciais de estudo e elementos do sistema fluvial: bases conceituais*. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil, 2020. p. 51-77.
- MORETO, R. F.; MIRA, S. F.; SOARES, G. dos S.; SANTOS JÚNIOR, 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. especial, p. 110-124, 2019.
- PACHECO, F. M. P.; VENDRUSCOLO, J.; RAMOS, H. de F.; RODRIGUES, A. A. M.; CAVALHEIRO, W. C. S.; HARA, F. A. dos 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: 10.34117/bjdv6n1-301
- PARVIS, M. Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. *Photogrammetric Engineering*, v. 16, p. 387-408, 1950.
- PEREIRA, L. C. e LOMBARDI NETO, F. *Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras: proposta metodológica*. Jaguariúna-SP: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. *Open Source Geospatial Foundation Project*. Disponível em <http://qgis.osgeo.org>. Acessado em 2017.
- 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: 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: 10.5902/2179460X26411
- 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: 10.4136/1980-993X
- SANTOS, L. P.; ROSA, D. M.; CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J.; ROSELL, E. C. F.; BIGGS, T.; STACHIW, R. Hidrogeomorfometria e índice de desmatamento da microbacia do rio Tinguí, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezuelana*, v. especial, p. 40-56, 2019.
- 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. 113 p.
- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage Systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geological Society of America*, v. 67, p. 697-646, 1956.
- SEDAM - Secretaria do Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia. *Atlas Geoambiental de Rondônia*. Porto Velho-RO: SEDAM, 2002.
- SILVA, Q. D. Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão. *Tese de Doutorado em Geografia*. Presidente Prudente-SP: Universidade Estadual Paulista, 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 de plataforma SIG na caracterização morfométrica da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezuelana*, v. especial, p. 84-95, 2019.
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Bacia de drenagem e rede de canais de escoamento. In: STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. *Geomorfologia Fluvial*. São Paulo-SP: Oficina de textos, 2017a. p. 59-81.
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Hidrologia da bacia de captação: precipitação e escoamento da vertente. In: STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. *Geomorfologia Fluvial*. São Paulo-SP: Oficina de textos, 2017b. p. 35-57.

- STRAHLER, A. N. Quantitative geomorphology of erosional landscapes, G.-R. *19th Intern. Geol. C//IIf.*, Algiers, 1952, sec. 13, pt. 3, p. 341-354, 1954.
- 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: 10.4136/1980-993X
- VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; ROSA, D. M.; STACHIW, R.; VENDRUSCOLO, R.; SIQUEIRA, A. da S.; BIGGS, T. Hidrogeomorfometria e desmatamento na microbacia do rio Manicoré, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezolana*, v. especial, p. 226-241, 2019.
- VENDRUSCOLO, J.; PACHECO, F. M. P.; RAMOS, H. de F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; RODRIGUES, A. A. M. Hidrogeomorfometria da microbacia Alto Rio Escondido: informações para auxiliar o manejo dos recursos naturais na Amazônia ocidental. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 9709-9730, 2020b. DOI: 10.34117/bjdv6n3-011
- VENDRUSCOLO, J.; PACHECO, F. M. P.; RODRIGUES, A. A. M.; RAMOS, H. de F.; ROSA, D. M.; CAVALHEIRO, W. C. S. Características morfométricas da microbacia do Médio Rio Escondido, Amazônia Ocidental, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 1, p. 565-585, 2020a. DOI: 10.34117/bjdv6n1-040
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo-SP: McGraw-Hill, 1975.
- VISCHI FILHO, O. J.; CORSATO, L. G.; QUIESSI, J. A.; KANNO, O. Y.; PENTEADO, R. B.; ARABORI, R. M.; BELORTE, L. C. C.; LIMA, M. E. Diagnóstico e reabilitação agroambiental de trecho de bacia hidrográfica por sensoriamento remoto e turbidez da água. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1099-1109, 2016. DOI: 10.1590/s0100-204x2016000900009
- VZZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. *Ciência Rural*, v. 30, n. 6, p. 965-969, 2000. DOI: 10.1590/S0103-84782000000600007
- ZANCHETTA, M. L.; VENDRUSCOLO, J.; CAVALHEIRO, W. C. S.; ROSA, D. M.; ROSELL, E. C. F.; STACHIW, R. Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Jaci Paraná, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Geográfica Venezolana*, v. especial, p. 96-108, 2019.