
Geomorfometria da sub-bacia

do Alto Rio Jamari,
Amazônia Ocidental, Brasil

Geomorfometría de la subcuenca del Alto Río Jamari,
Amazonia Occidental, Brasil

Geomorphometry of the Alto Jamari River sub-basin,
Western Amazon, Brazil

Jhony Vendruscolo

Rosalvo Stachiw

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro

Eduardo Candido Franco Rosell

Matheus Vinicius Scherrer Cardos de Souza

Diogo Martins Rosa

Resumo

A bacia hidrográfica é a unidade ideal para gestão dos recursos hídricos, que disponibiliza informações para o planejamento ambiental. O trabalho teve como objetivo caracterizar a morfometria da sub-bacia do Alto Rio Jamari. Foram analisadas as características geométricas, de relevo e drenagem, utilizando imagem SRTM, software QGIS e a ferramenta TauDEM. A sub-bacia Alto Rio Jamari tem área de 8.119,82 km², perímetro de 662,44 km, forma alongada, baixa a média suscetibilidade a enchentes, altitude mínima de 88 m, média de 378 m e máxima de 1.107 m, predominância de relevo plano a suave ondulado (75%), rede de drenagem sinuosa com padrão dendrítico de 8ª ordem, densidade de drenagem mediana e tempo de concentração de 43 horas e 24 minutos. Para reduzir futuros problemas de escassez hídrica é necessário a criação de diretrizes de uso e de comitês regionais para a sub-bacia.

Palavras chave: recursos hídricos; características fisiográficas, região amazônica.

Resumen

La cuenca hidrográfica es la unidad ideal para la gestión de los recursos hídricos al proporcionar información para la planificación ambiental. El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar la morfometría de la subcuenca del Alto Río Jamari. Se analizaron las características geométricas, de relieve y drenaje, utilizando una imagen SRTM, software QGIS y la herramienta TauDEM. La subcuenca del Alto Río Jamari tiene una superficie de 8.119,82 km², perímetro de 662,44 km, forma alargada, baja a media susceptibilidad a las inundaciones, altitud mínima de 88 m, media de 378 m y máxima de 1.107 m, predominio de relieve plano a suave ondulado (75%), red de drenaje sinuosa con patrón dendrítico de 8º orden, densidad de drenaje mediana y tiempo de concentración de 43 horas y 24 minutos. Para reducir futuros problemas de escasez hídrica es necesario la creación de directrices de uso y de comités regionales para la subcuenca.

Palabras clave: recursos hídricos; características fisiográficas, región amazónica.

Abstract

The hydrographic basin is the ideal unit for water resources management, which provides information for environmental planning. The objective of this work was to characterize the morphometry of the Alto Jamari River sub-basin. The geometric characteristics, relief and drainage were analyzed by using SRTM image, QGIS software and TauDEM tool. The Alto Jamari sub-basin has an area of 8,119.82 km², a perimeter of 662.44 km, elongated form, low to medium flood susceptibility, minimum altitude of 88 m, average of 378 m and maximum of 1,107 m, relief predominance (75%), sinuous drainage network with 8th order dendritic pattern, medium drainage density and concentration time of 43 hours and 24 minutes. To reduce future problems of water scarcity, it is necessary to create use guidelines and regional committees for the sub-basin.

Key words: water resources; physiographic characteristics, Amazon region.

1. Introdução

As bacias hidrográficas são consideradas unidades ideais para gestão dos recursos hídricos (Brasil, 1997), por serem ambientes da interação das águas com os meios físico, biótico, social, econômico e cultural (Yassuda, 1993). Elas influenciam os ecossistemas, e, conseqüentemente, possibilitando avaliação do nível de impacto das atividades antrópicas. A dinâmica hídrica é controlada pelas características morfométricas das bacias, que regulam as taxas de infiltrações, o escoamento superficial e o fluxo hídrico, fornecendo informações básicas para o planejamento e gestão ambiental (Cardoso *et al.*, 2006; Stipp *et al.*, 2010).

Existem muitos métodos para realizar a caracterização morfométrica, contudo, constata-se nos últimos anos o aumento de trabalhos com o uso integrado de sistemas de informações geográficas, sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento (Coutinho *et al.*, 2011; Sousa e Paula, 2016; Ataide *et al.*, 2017). Este aumento de uso integrado está relacionado com a possibilidade de aquisição de grande quantidade de dados em tempo hábil e com baixo custo financeiro (Kabite e Gessesse, 2018), que permite o aumento da eficiência econômica e temporal. Neste contexto, verifica-se o potencial desta metodologia para obtenção de informações na vasta região amazônica.

O estado de Rondônia é formado por 42 sub-bacias (SEDAM, 2002), das quais destaca-se a sub-bacia do Alto Rio Jamari por estar localizada acima da Usina Hidrelétrica Samuel, responsável por produzir 216 MW (Eletronorte, 2018), e abranger diretamente as pequenas centrais hidrelétricas Jamari e Canaã, mais de 5.376 propriedades rurais e a reserva indígena URU-EU-WAU-WAU (INCRA, 2018).

Apesar da importância desta região, constata-se na literatura baixa disponibilidade de informações para subsidiar o planejamento, execução e monitoramento de projetos ambientais, visando a preservação, conservação e/ou recuperação dos recursos hídricos da região. Portanto, o objetivo do presente trabalho é a caracterização morfométrica da sub-bacia Alto Rio Jamari, Rondônia.

2. Material e métodos

2.1 Localização e características da área de estudo

O trabalho foi realizado na sub-bacia do Alto Rio Jamari, abrangendo os municípios de Ariquemes, Cacaulândia, Governador Jorge Teixeira, Jarú e Montenegro (Figura 1). Esta região tem clima do tipo Monção (Alvares *et al.*, 2014), e precipitação anual média entre 1.728,9 e 2.008,2 mm, concentradas principalmente entre outubro e abril (Franca, 2015).

2.2 Caracterização morfométrica

Foram analisadas as características geométricas (área, perímetro, fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade), de relevo (altitude mínima, média e máxima, e declividade) e drenagem (padrão, densidade, ordem, índice de sinuosidade e tempo de concentração). A metodologia utilizada está descrita a seguir:

- 1) **Área e perímetro:** foram obtidos utilizando o software QGIS 2.10.1 (versão Pisa), (QGIS Development Team, 2015), dados altimétricos do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução de 30 m (USGS, 2017), e a ferramenta *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM). O processo consistiu

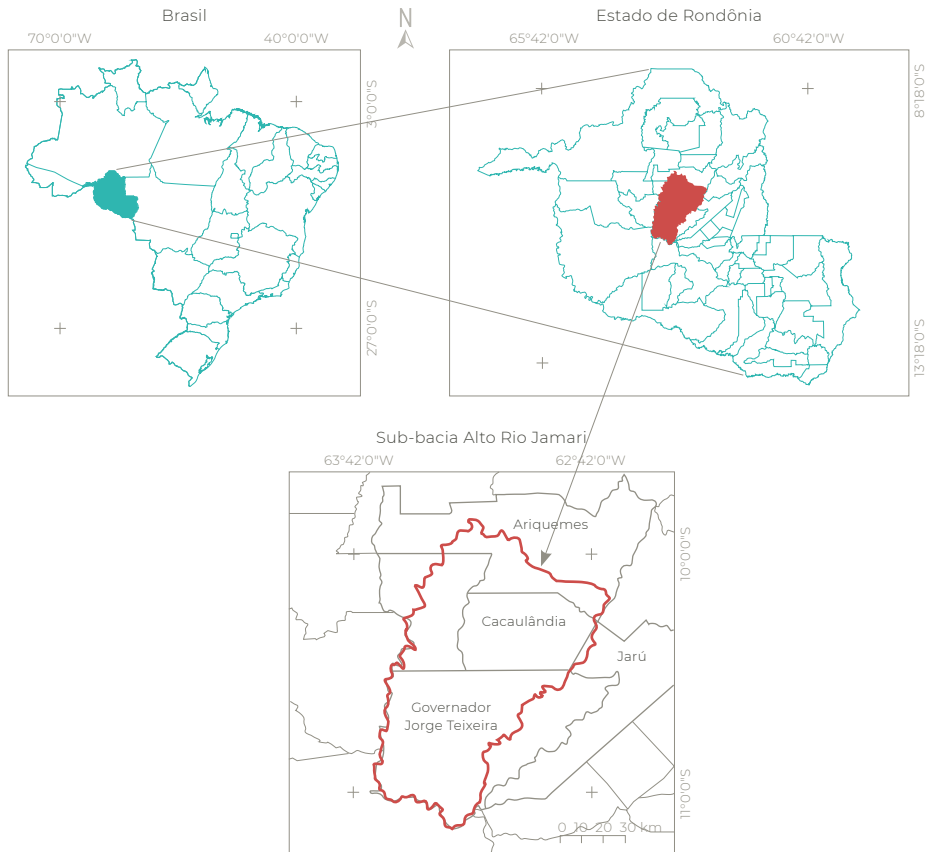


Figura 1 Localização geográfica e abrangência da sub-bacia Alto Rio Jamari, Amazônia Ocidental, Brasil

nos seguintes passos: *Pit Remove* < D8 *Flow Directions* < D8 *Contributing Area* (1ª versão) < *Stream Definition by Threshold* (1ª versão) < Criação do ponto *Shapefile* (exutório) < D8 *Contributing Area* (2ª versão) < *Stream Definition by Threshold* (2ª versão) < *Stream Reach and Watershed*.

- 2) **Fator de forma:** é definido pela relação entre a largura média e o comprimento do eixo axial da bacia (Cardoso *et al.*, 2006), e foi calculado com a equação 1 (Villela e Mattos, 1975). Em seguida classificou-se o valor de acordo com a **Tabela 1**.

$$F = A/L^2 \quad (1)$$

Onde: A = área da bacia (km²); L = comprimento do eixo da bacia (km).

Tabela 1 Valores de referência para classificação do fator de forma

Fator de forma	Classe
< 0,50	Não sujeito a enchente
0,50 - 0,75	Tendência mediana a enchentes
0,75 - 1,00	Bacia sujeita a enchentes

Fonte: Lima Júnior *et al.* (2012)

- 3) **Índice de circularidade (IC):** relaciona a área da bacia com a área de um círculo de perímetro equivalente (Cardoso *et al.*, 2006), e foi obtido com a equação 2 (Schumm, 1956). Posteriormente realizou-se a classificação do valor de acordo com a **Tabela 2**.

$$IC = (12,57 \times A)/p^2 \quad (2)$$

Onde: p = perímetro da bacia hidrográfica (km); A = área da bacia hidrográfica em (km²).

Tabela 2 Valores de referência para classificação do índice de circularidade

Índice de circularidade	Classe
0,36 – 0,50	Forma alongada
0,51 – 0,75	Forma intermediária
0,76 – 1,00	Forma circular

Fonte: Silva (2012)

4) **Coefficiente de compacidade (Kc):** define a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a bacia (Cardoso *et al.*, 2006), e foi calculado com a equação 3 (Villela e Mattos, 1975). O valor do Kc foi classificado conforme a **Tabela 3**.

$$Kc = 0,28 \times P/\sqrt{A} \quad (3)$$

Onde: P = perímetro da bacia hidrográfica (km); A = área da bacia hidrográfica (km²).

Tabela 3 Valores de referência para classificação do coeficiente de compacidade

Coefficiente de compacidade	Classe
1,00 – 1,25	Alta propensão a enchentes
1,25 – 1,50	Tendência mediana a enchentes
> 1,50	Não sujeito a enchentes

Fonte: Lima Júnior *et al.* (2012)

- 5) **Altitudes mínima, média e máxima:** os valores foram obtidos com a imagem altimétrica SRTM, resolução de 30 m, utilizando o software QGIS 2.10.1. Para a mensuração da altitude média, também se utilizou ferramenta ‘Estatística por zona’.
- 6) **Declividade:** inicialmente extraiu-se o relevo utilizando o software QGIS, imagem

altimétrica SRTM e a ferramenta ‘Modelo Digital de Elevação’ (MDE); posteriormente, classificou-se os resultados de acordo com a declividade, sendo adotado as seguintes classes: plano (0-3 %), suave ondulado (3-8 %), ondulado (8-20 %), forte ondulado (20-45 %), montanhoso (45-75 %) e escarpado (> 75%), (Santos *et al.*, 2013).

- 7) **Padrão de drenagem:** a princípio extraiu-se a drenagem da sub-bacia, este procedimento ocorreu simultaneamente a obtenção da área e perímetro, em seguida classificou-se a forma da distribuição dos cursos d’água (Parvis, 1950).
- 8) **Densidade de drenagem (Dd):** correlaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica (Christofletti, 1969), levando-se em consideração rios perenes e temporários, e foi calculado com a equação 4 (Horton, 1945). O valor da Dd foi classificado conforme a **Tabela 4**.

$$Dd = L/A \quad (4)$$

Onde: L = comprimento total da rede de drenagem (km); A = área de drenagem (km²)

Tabela 4 Valores de referência para classificação da densidade de drenagem

Dd (km km ⁻²)	Classe
< 0,50	Baixa
0,50 - 2,00	Média
2,01 - 3,50	Alta
> 3,50	Muito Alta

Fonte: Beltrame (1994)

- 9) **Ordem dos cursos de água:** obtido com a ferramenta TauDEM, tendo como base o modelo digital de elevação (MDE) do SRTM. A classificação foi de acordo com Strahler (1957).

10) **Índice de sinuosidade (Is):** é a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (Alves e Castro, 2003), e foi mensurado com a equação 5 (Villela e Mattos, 1975).

O valor do Is foi classificado com base na

Tabela 5.

$$Is = 100 \times (L - Ev) / L \quad (5)$$

Onde: L = comprimento do canal principal (km);

Ev = distância vetorial do canal principal (km).

Tabela 5 Valores de referência para classificação do índice de sinuosidade

Classe	Descrição	Limite (%)
I	Muito Reto	< 20
II	Reto	20 a 29
III	Divagante	30 a 39,9
IV	Sinuoso	40 a 49,95
V	Muito Sinuoso	> 50

Fonte: Romero et al. (2017)

11) **Tempo de concentração (Tc):** tempo necessário para o escoamento deslocar-se do ponto hidráulicamente mais distante da bacia para a saída, conhecida como exutório (Kent et al., 2010). Este parâmetro foi calculado com a equação 6 (Kirpich, 1940).

$$Tc = [0,87 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)]^{0,385} \quad (6)$$

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

3. Resultados e discussão

A sub-bacia do Alto Rio Jamari tem área de 8.119,82 km², perímetro de 662,44 m, fator de forma de 0,55, índice de circularidade de 0,23 e coeficiente de compacidade de 2,06.

Os valores de área e perímetro foram superiores ao encontrado no Atlas Geoambiental de Rondônia (SEDAM, 2002), em 2,82 km² e 169,5 km, respectivamente, que provavelmente ocorreu em função da metodologia adotada, visto que no presente trabalho utilizou-se dados altimétricos SRTM, com resolução espacial de 30 m, disponibilizados somente a partir de 2014, ou seja, muito tempo após a elaboração do referido atlas.

Os valores de fator de forma, índice de circularidade e coeficiente de compacidade, demonstram que a sub-bacia tem forma alongada, o que proporciona baixa a média suscetibilidade a enchentes. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Helbel et al. (2014), na microbacia do Igarapé Pintado, e Rocha e Santos (2016) na microbacia do rio Nazaré, ambas no município de Ji-paraná-Rondônia, e estão associadas com as características de relevo, predominância de plano a suave ondulado, também constatados pelos referidos autores.

A altitude variou de 88 a 1.107 m, com valor médio de 378 m (Figura 2).

O incremento de 126 m na altitude pode resultar na queda de 1 °C da temperatura do ar, devido a redução da pressão atmosférica (Fritzsos et al., 2008), contribuindo para o zoneamento climático e seleção de culturas agrícolas. A espécie *Coffea conephora* L., por exemplo, tem melhor resposta de produtividade em altitudes inferiores a 600 m (Mesquita et al., 2016), e as espécies *Aspidosperma macrocarpon* (Peróba) e *Amburana acreana* (Cerejeira), tem uma maior adequabilidade ambiental em altitude variando entre 108 a 255 m (Figueiredo et al., 2015). Assim, observa-se que estas espécies, a princípio, podem ser cultivadas e manejadas na sub-bacia Alto Rio Jamari.

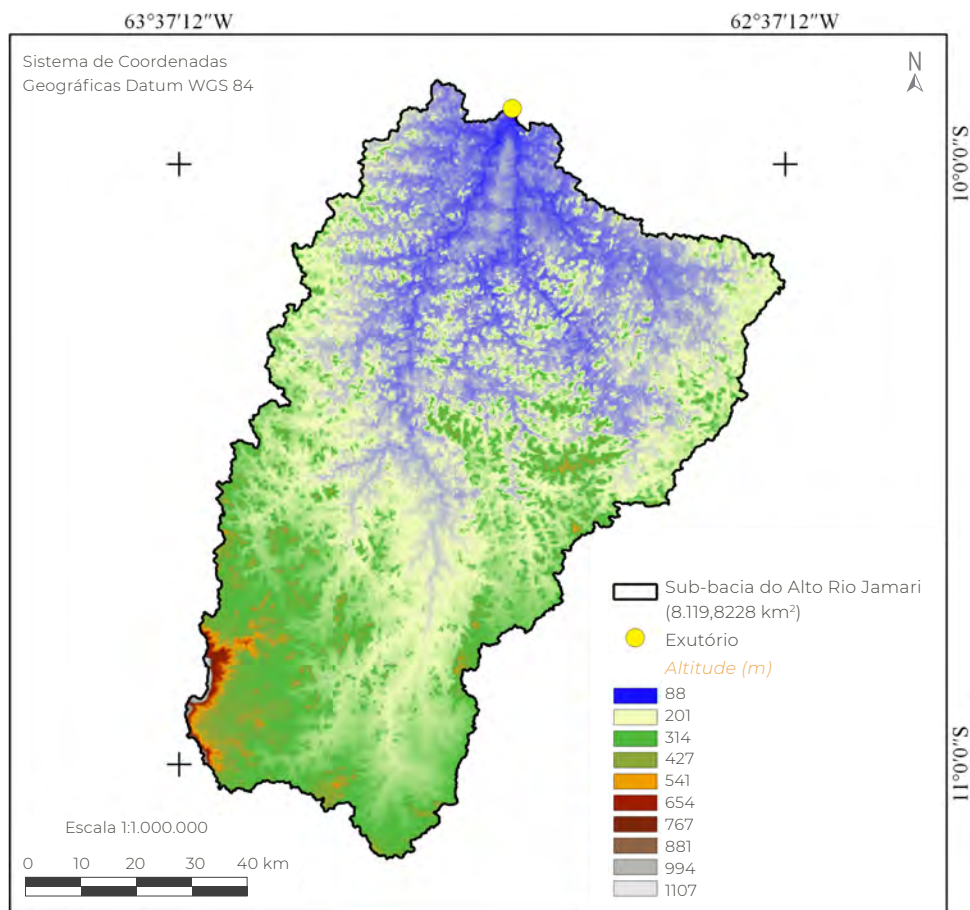


Figura 2 Hipsometria da sub-bacia do Alto Rio Jamari, Amazônia Ocidental, Brasil

Também é interessante salientar que a altitude é um dos principais fatores ambientais que influenciam o crescimento e o desenvolvimento da vegetação, e, conseqüentemente, a fisionomia da cobertura florestal (Blum *et al.*, 2011).

O relevo da região varia de plano a montanhoso, havendo predominância dos relevos plano (39,6%), suave ondulado (35,4%) e ondulado (21,1%), (Figura 3). Estes resultados demonstram que 75% da região não apresenta limitação a mecanização agrícola e florestal com relação a declividade, encontrando-se nas classes extremamente apta a muito apta, como observado por Höfig e Araujo-Junior (2015).

A baixa declividade, além de comprovar o potencial para exploração agrícola e florestal com sistemas mecanizados, também facilita o planejamento de manejo sustentável do solo e gestão ambiental, visando a conservação dos recursos naturais (França *et al.*, 2015).

Embora, a região geralmente tem baixas declividades, recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas, visando o aumento da capacidade de retenção de água no solo, uma vez que está sub-bacia é responsável por disponibilizar água para a Usina Hidroelétrica Samuel, as PCHs Jamari e Canaã, e mais de 5.376 propriedades rurais. As práticas conservacionistas elevam a capacidade de armaze-

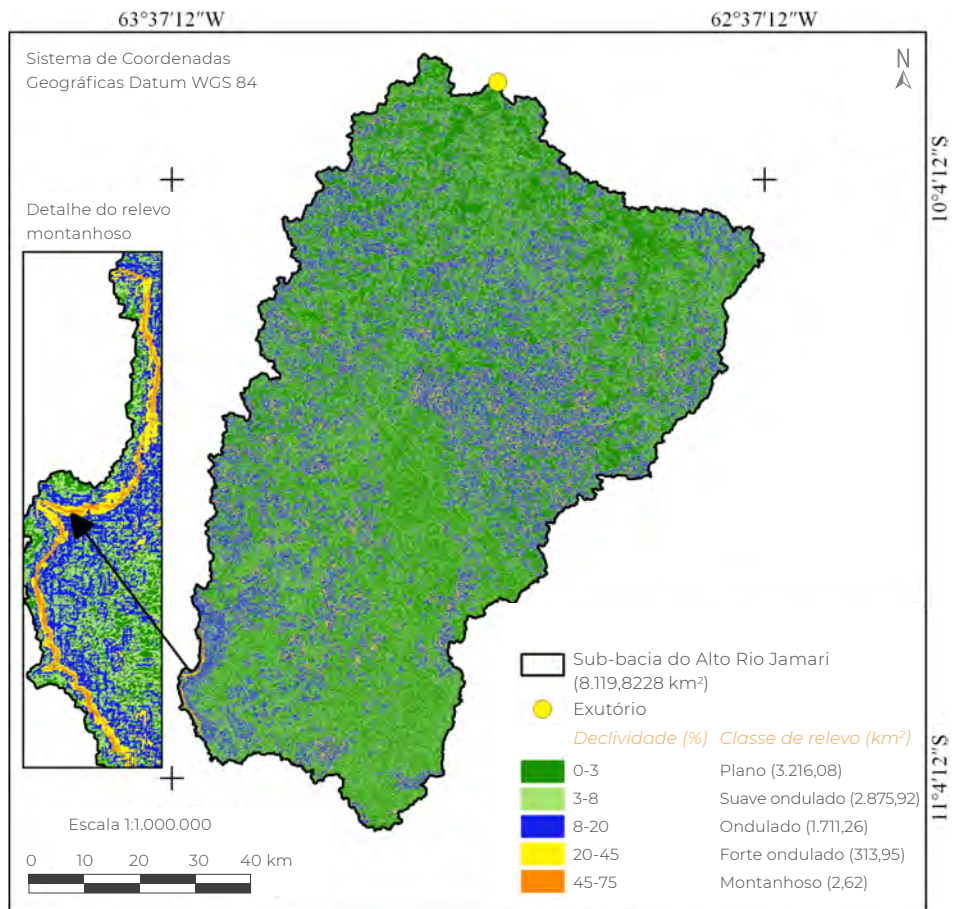


Figura 3 Relevo da sub-bacia do Alto Rio Jamari, com destaque para a crista com declividades entre 20 e 75%, Amazônia Ocidental, Brasil

namento de água no solo, promovendo maior umidade, principalmente nas camadas de 20 a 40 cm, potencializando a produtividade de grãos (Borges *et al.*, 2014).

As práticas conservacionistas também permitem a redução da perda de solo (Eduardo *et al.*, 2013), diminuindo a perda de nutrientes e matéria orgânica do sistema agrícola (Lobato *et al.*, 2009). Assim, constata-se que estas práticas contribuem para a manutenção da fertilidade do solo em sistemas agrícolas e para o aumento da vida útil da Usina Hidrelétrica de Samuel.

A sub-bacia do Alto Rio Jamari tem uma rede de drenagem de 7.227,69 km, classificada

como dendrítica de 8ª ordem (Figura 4), densidade de drenagem de 0,89 km km⁻², índice de sinuosidade de 40,21 e tempo de concentração de 43 horas e 24 minutos.

A característica dendrítica da região está relacionada com a predominância de relevos com baixa declividade, que tendem a não direcionar os drenos, como observado por Demattê e Demétrio (1998), em regiões com padrões de drenagem do tipo subdendríticos. A oitava ordem indica que o sistema de drenagem tem elevada complexidade com relação a presença de fauna aquática. A complexidade tende a aumentar conforme se eleva o número de ordens, ou seja, quando a ordem dos cursos

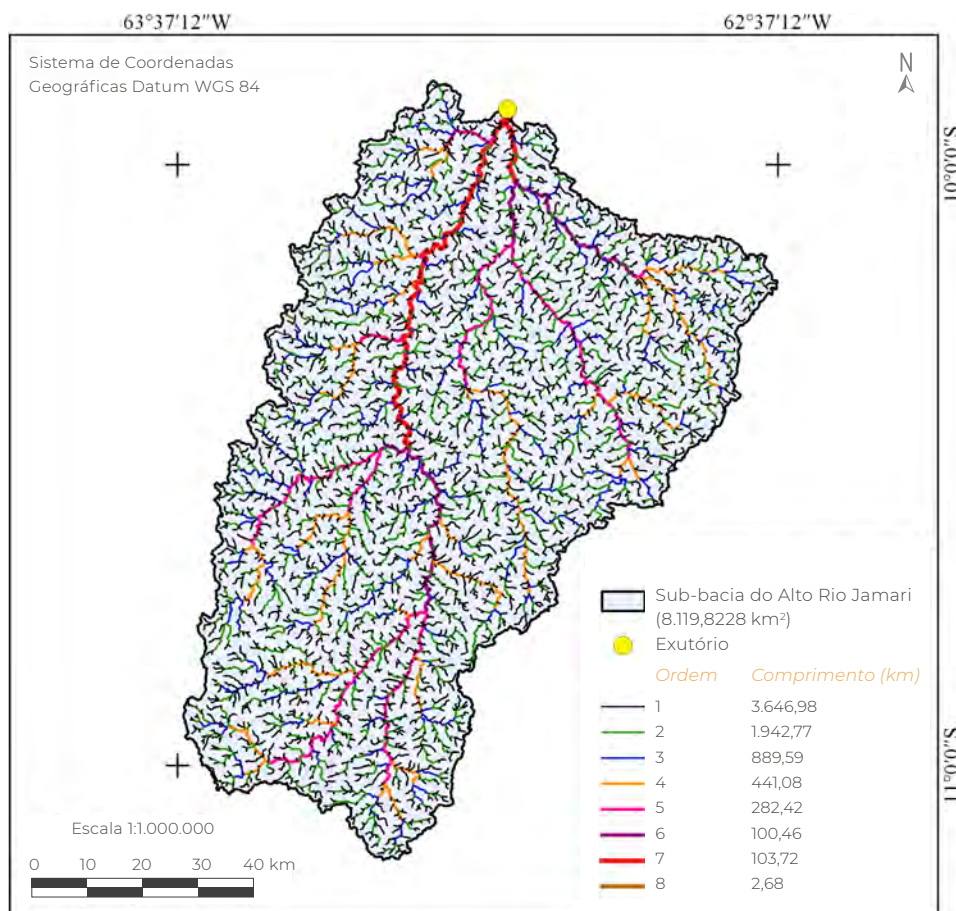


Figura 4 Características da rede de drenagem e ordenamento dos cursos de água, da sub-bacia do Alto Rio Jamari, Amazônia Ocidental, Brasil

dos rios de 1^a e 2^a ordem, e em alguns casos de 3^a ordem, tem-se canais de classe 4 (improvável habitat de peixes), em rios de 3^a ordem, tem-se canais de classe 3 (condições mínimas para habitação de peixes) e em rios acima de 3^a ordem tem canais das classes 1 e 2 (condições máximas e moderadas para habitação de peixes), (Fairfull e Witheridge, 2003).

A densidade de drenagem, considerada média na sub-bacia Alto Rio Jamari, demonstra que a região tem solos com uma relação infiltração/deflúvio mediana. Essa característica é resultante da combinação dos fatores de formação do solo, com destaque para as condições de elevada precipitação (Moglen *et*

al., 1998), que acelera o processo de intemperismo do material de origem (Brady e Weil, 2013), mesmo tratando-se de rochas ácidas (maior resistência ao intemperismo que rochas básicas), (Demattê e Demétrio, 1998). O valor da densidade de drenagem corrobora com os dados de relevo, declividade média de 6,46 % (suave ondulado), que indicam o desgaste do material de origem e o aplainamento da paisagem.

O valor do índice de sinuosidade classifica a rede de drenagem como sinuosa. Esta característica, comum em regiões planas e com padrão de drenagem dendrítica, retarda a velocidade do fluxo hídrico, amenizando os

picos de inundação, que geralmente ocorrem durante os meses de janeiro a março. Os canais sinuosos tendem a acumular sedimentos na parte interna dos meandros, e contribui para menor velocidade de fluxo, permitindo a manutenção da água por mais tempo no ecossistema (Gabler *et al.*, 2009). Esses acúmulos de sedimentos formam verdadeiras praias de água doce, que podem ser utilizadas como berçário para reprodução de quelônios (Ferreira Júnior, 2009).

O tempo de concentração de 43 horas e 24 minutos é considerado elevado, reduzindo a probabilidade de ocorrência de inundações máximas na área urbana do município de Ariquemes, localizado no exutório da sub-bacia. Esta característica está relacionada com a baixa sinuosidade da rede de drenagem.

4. Conclusão

A sub-bacia do Alto Rio Jamari tem forma alongada, relevo predominante de plano a suave ondulado, padrão de drenagem dendrítico, densidade de drenagem mediana e tempo de concentração elevado, demonstrando de baixa a média susceptibilidade a ocorrência de enchentes e boa capacidade de drenagem em condições normais de precipitação.

As informações disponibilizadas no artigo podem ser utilizadas como base para o planejamento de práticas de manejo conservacionista e gestão dos recursos hídricos na região, permitindo a conservação dos recursos naturais para a manutenção da qualidade de vida da geração atual e futuras gerações.

5. Referências citadas

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. e G. SPAROVEK. 2014. "Köppen's climate classification map for Brazil". *Gerbrüder Borntraeger*, 22(6): 711-728.
- ALVES, J. M. D. P. e P. T. A. CASTRO. 2003. "Influência de feições geológicas na morfometria da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análises de padrões de lineamentos". *Revista Brasileira de Geociências*, 33(2): 117-124.
- ATAIDE, L. C. P.; RODRIGUES, R. S. S. e F. C. L. PESSOA. 2017. "Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tauá, Nordeste Paraense". *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, 11(1): 130-138.
- BELTRAME, A. V. 1994. *Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, Brasil.
- BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V. e F. GALVÃO. 2011. "O clima e sua influência na distribuição da floresta ombrófila densa na serra da Prata, Morretes, Paraná". *Floresta*, 41(3): 589-58.
- BORGES, T. K. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; SANTOS, T. E. M.; SILVA, D. D. e V. P. SILVA JUNIOR. 2014. "Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino". *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38(6): 1862-1873.
- BRASIL. 1997. 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. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm.

- BRADY, N. C. e WEIL, R. R. 2013. *Elementos da natureza e propriedades dos solos*. Bookman Editora. São Paulo, Brasil.
- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B. e S. M. MARTINS. 2006. “Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ”. *Revista Árvore*, 30(2): 241-248.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1969. “Análise morfométrica de bacias hidrográficas”. *Notícia Geomorfológica*, 18(9): 35-64.
- COUTINHO, L. M.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; ZANETTI, S. e G. de O. GARCIA. 2011. “Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo, ES”. *Irriga*, 16(4), 369-381.
- DEMATTÊ, J. A. M. e V. A. DEMÉTRIO. 1998. “Caracterização de solos por padrões de drenagem e sua relação com índices de intemperismo”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33(1): 87-95.
- EDUARDO, E. N.; CARVALHO, D. F.; MACHADO, R. L.; SOARES, P. F. C. e W. S. ALMEIDA. 2013. “Erodibilidade, fatores cobertura e manejo e práticas conservacionistas em argissolo vermelho-amarelo, sob condições de chuva natural”. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(3), 796-803.
- ELETRONORTE. 2018. *Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A - Eletrobras Eletronorte*. UHE Samuel. Disponível em: <http://www.eletronorte.gov.br/opencms/opencms/pilares/geracao/parqueGerador/UHE/samuel.html>. [Consulta: maio, 2018].
- FAIRFULL, S. & G. WITHERIDGE. 2003. *Why do Fish Need to Cross the Road? Fish Passage Requirements for Waterway Crossings*. NSW Fisheries, Cronulla. Sydney, Australien.
- FERREIRA JÚNIOR, P. D. 2009. “Efeitos de fatores ambientais na reprodução de tartarugas”. *Acta Amazônica*, 39(2): 319-334.
- FIGUEIREDO, S. M. M.; VENTICINQUE, E. M.; FIGUEIREDO, E. O. e E. J. L. FERREIRA. 2015. “Predição da distribuição de espécies florestais usando variáveis topográficas e de índice de vegetação no leste do Acre, Brasil”. *Acta Amazonica*, 45(2): 167-174.
- FRANÇA, L. C. J.; SILVA, J. B. L. e G. S. LISBOA. 2015. Aptidão à mecanização agrícola e florestal em uma subbacia do rio Uruçuí-Preto, Piauí. *I Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC)*. 1-4. Fortaleza, Brasil. (15-18 de setembro).
- FRANCA, R. R. 2015. “Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011”. *Revista Geografias*, 11(1): 44-58.
- FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E. E e A. V. AGUIAR. 2008. “Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná”. *Revista de estudos ambientais*, 10(1): 49-64.
- GABLER, R. E.; PETERSEN, J. F.; TRAPASSO, L. M. & D. SACK. 2009. “Fluvial processes and landforms”. In: R. E. GABLER; J. F. PETERSEN; L. M. TRAPASSO & D. SACK (Eds), *Physical Geographic*. pp. 461-490. Brooks Cole. Belmonte - CA. United States of America.

- HELBEL, A. F.; NUNES, M. L. A. e M. MARCHETTO. 2014. "Determinação de áreas sujeitas à inundação do Igarapé Pintado em Ji-Paraná-Rondônia utilizando geotecnologias e caracterização morfométrica". *VETOR-Revista de Ciências Exatas e Engenharias*, 24(2), 111-126.
- HÖFIG, P. e C. F. ARAUJO-JUNIOR. 2015. "Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no estado do Paraná". *Coffee Science*, 10(2): 195-203.
- HORTON, R. E. 1945. "Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology". *Bulletin of the Geological Society of America*, 56(3): 275-370.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). 2018. *Acervo fundiário*. Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. [Consulta: maio, 2018].
- KABITE, G. & B. GESSESSE. 2018. "Hydro-geomorphological characterization of Dhidhessa River Basin, Ethiopia". *International Soil and Water Conservation Research*, 6:175-183.
- KENT, K. M.; WOODWARD, D. E.; HOEFT, C. C.; HUMPAL, A. & G. CERRELLI. 2010. "Time of Concentration". In: United States Department of Agriculture. PART 630 *Hydrology National Engineering Handbook*. pp. 15.1-15.15. United States Department of Agriculture. Washington DC, United States of America.
- KIRPICH, Z. P. 1940. "Time of concentration in small agricultural watersheds". *Civil Engineering*, 10(6): 362-370.
- LIMA JÚNIOR, J. C.; VIEIRA, W. L.; MACÊDO, K. G.; SOUZA, S. A. e F. A. L. NASCIMENTO. 2012. Determinação das características morfométricas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada, Quixelô. *CE. VII Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI). Anais... 1-7*. Tocantins, Brasil. (19-21 de outubro).
- LOBATO, F. A. O.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; SANTOS, J. C. N. e J. F. B. LOPES. 2009. "Perdas de solo e nutrientes em área de Caatinga decorrente de diferentes alturas pluviométricas". *Revista Agro@mbiente On-line*, 3(2): 65-71.
- MESQUITA, C. M.; MELO, E. M.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; FABRI JÚNIOR, M. A.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; CARVALHO, R. M. e W. G. ARAÚJO. 2016. *Manual do café. Implantação de cafezais*. EMATER. Belo Horizonte, Brasil.
- MOGLEN, G. E.; ELTAHIR, E. A. B. & R. L. BRAS. 1998. "On the sensitivity of drainage density to climate change". *Water Resources Research*, 34(4): 855-862.
- PARVIS, M. 1950. "Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks". *Photogrammetric Engineering*, 16(3): 387-408.
- QGIS Development Team. 2015. *QGIS Geographi Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>
- ROCHA, V. N. L. e C. A. G. SANTOS. 2016. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Nazaré, Ji-Paraná, Rondônia. *IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (CONGETAS)*. 1.092-1.101. João Pessoa, Brasil. (11-14 de dezembro).
- ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M. e F. F. N. MARCUZZO. 2017. "Estudo hidromorfológico da bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO". *Ciência e Natura*, 39(2): 320-340.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. e S. H. SHINIZU. 2013. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

- SCHUMM, S. A. 1956. "Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy, New Jersey". *Geological Society of America Bulletin*, 67(5): 597-646.
- SECRETARIA ESTADUAL DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL (SEDAM). 2002. *Atlas Geoambiental de Rondônia*. SEDAM, Porto Velho. 2: 151 p. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/110424383/Atlas-Geoambiental-de-Rondonia>. [Consulta: janeiro, 2016].
- SILVA, Q. D. 2012. *Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão*. Departamento de Geografia. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado em Geografia.
- SOUSA, F. R. C. e D. P. PAULA. 2016. "Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tapuio (Ceará-Brasil)". *Revista de Geociências do Nordeste*, 2 (especial): 555-564.
- STIPP, N. A. F.; CAMPOS, R. A. e J. H. CAVIGLIONE. 2010. "Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Taquara – uma contribuição para o estudo das ciências ambientais". *Portal da Cartografia*, 3(1): 105-124.
- STRAHLER, A. N. 1957. "Quantitative analysis of watershed geomorphology". *Transactions of American Geophysical Union*, 38(6): 913-920.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). 2017. *Science for a changing world*. Disponível em: earthexplorer.usgs.gov
- VILLELA, S. M. e A. MATTOS. 1975. *Hidrologia aplicada*. McGraw-Hill. São Paulo, Brasil.
- YASSUDA, E. R. 1993. "Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais". *Revista de Administração Pública*, 27(2): 5-18.