
Uso de plataforma SIG na caracterização

morfométrica da microbacia
do rio Santa Teresinha,
Amazônia Ocidental, Brasil

Uso de la plataforma SIG en la caracterización morfométrica de la
microcuenca del río Santa Teresinha, Amazonia Occidental, Brasil

Use of GIS platform in the morphometric characterization
of the Santa Teresinha River microbasin, Western Amazon, Brazil

Gilderlon dos Santos Soares

Nilson Reinaldo Fernandes dos Santos Júnior

Silvânia Fernandes de Mira

Renan Fernandes Moreto

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro

Jhony Vendruscolo

Diogo Martins Rosa

Resumo

A bacia hidrográfica é a unidade básica para gestão dos recursos hídricos, que disponibiliza subsídios para o planejamento ambiental. O trabalho teve como objetivo caracterizar a morfometria da microbacia do rio Santa Teresinha. Foram analisadas as características geométricas, de relevo e drenagem, utilizando imagem Alos (Sensor Palsar) e software QGIS. A microbacia tem área de 179,64 km², perímetro de 78,31 km, forma alongada, altitudes entre 190 e 241 m, predominância de relevo suave ondulado, rede de drenagem retilínea com padrão dendrítico de 3ª ordem, baixas densidades de drenagem, hidrográfica e de nascentes, tempo de concentração de 18 horas e 51 minutos, baixa suscetibilidade a erosões hídricas e propensões a encharcamento do solo. Assim, a utilização de ferramentas computacionais possibilita a geração de informações geomorfológicas, em tempo hábil e baixo custo financeiro, para auxiliar no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, fornecendo subsídios para formação de políticas públicas.

Palavras chave: gestão ambiental; recursos hídricos; geotecnologias; sensoriamento remoto.

Resumen

La cuenca hidrográfica es la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, que ofrece subsidios para la planificación ambiental. El trabajo tuvo como objetivo caracterizar la morfometría de la microcuenca del río Santa Teresinha. Se analizaron las características geométricas, de relieve y drenaje, utilizando imagen Alos (Sensor Palsar) y software QGIS. La microcuenca tiene un área de 179,64 km², perímetro de 78,31 km, forma alargada, altitudes entre 190 y 241 m, predominio de relieve suave ondulado, red de drenaje rectilínea con patrón dendrítico de 3º orden, bajas densidades de drenaje, hidrográfica y de manantiales, tiempo de concentración de 18 horas y 51 minutos, baja susceptibilidad a erosiones hídricas y propensas a encharcamiento del suelo. Así, la utilización de herramientas computacionales posibilita la generación de informaciones geomorfológicas, en tiempo hábil y bajo costo financiero, contribuyendo así con la planificación y gestión de los recursos hídricos, proporcionando subsidios para la formación de políticas públicas.

Palabras clave: gestión ambiental; recursos hídricos; geotecnologías; detección remota.

Abstract

The hydrographic basin is the basic unit for the management of water resources, which provides subsidies for environmental planning. The objective of this work was to characterize the morphometry of the Santa Teresinha River microbasin. The geometric characteristics, relief and drainage were analyzed using Alos image (Palsar sensor) and QGIS software. The microbasin has an area of 179.64 km², a perimeter of 78.31 km, an elongated form, low susceptibility to floods, altitudes between 190 and 241 m, predominance of relief features wavy corrugated smooth, rectilinear drainage network with 3rd order dendritic pattern, low drainage densities, hydrographic and of springs, concentration time of 18 hours and 51 minutes, low susceptibility to water erosions and propensities to soil flooding. Thus, the use of computational tools allows the generation of geomorphological information, in a timely manner and low financial cost, to assist in the planning and management of water resources, providing subsidies for the formation of public policies.

Key words: environmental management; water resources; geotechnology; remote sensing.

1. Introdução

Ao considerar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, permite-se a compreensão da dinâmica hídrica no ecossistema (Brasil, 1997), e posteriormente, o monitoramento da disponibilidade e qualidade da água. A compreensão da dinâmica hídrica é essencial para o desenvolvimento sustentável da região, e pode ser obtida com o direcionamento de análises da paisagem que compõem a bacia (Araújo *et al.*, 2017).

As bacias hidrográficas são compostas por sub-bacias, que por sua vez são constituídas por microbacias (Faustino, 1996). Dentre os três tipos de unidades, destaca-se a preferência por microbacias para gestão dos recursos hídricos, por possibilitar a obtenção de informações mais precisas da rede de drenagem, assim como estudos ambientais de naturezas geológicas, limnológicas e ecológicas (Lemos *et al.*, 2017).

A caracterização morfométrica é a primeira etapa para se obter as informações da paisagem. Essas informações inferem os níveis de suscetibilidade a enchentes e a erosão hídrica, e podem ser utilizadas para nortear práticas de manejo mais sustentáveis do ponto de vista ambiental (Calil *et al.*, 2012; Umetsu *et al.*, 2012).

Existem muitas formas de aquisição das características morfométricas, destacando-se as técnicas de sensoriamento remoto, por permitirem a obtenção de informações da paisagem por meio da interpretação de imagens de satélites e modelos digitais de elevação. Estas técnicas têm grande potencial para auxiliar no monitoramento e caracterizações fisiográficas das áreas naturais, bem como no planejamento do uso do solo (Polidoro *et al.*, 2010; Brubacher *et al.*, 2011).

Em face ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar os aspectos morfométricos da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado na microbacia do rio Santa Teresinha (Figura 1). Esta região tem clima Monção (Am), (Alvares *et al.*, 2014), com precipitação média anual de 1.750 mm e temperatura média de 24 °C (SEDAM, 2002).

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 rede drenagem (padrão, ordem, densidade hidrográfica, densidade de drenagem, densidade de nascentes, índice de sinuosidade e tempo de concentração).

Área e perímetro: Estes parâmetros foram delimitados e mensurados com o software *Google Earth Pro*, levando-se em consideração o relevo e a rede de drenagem da região.

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

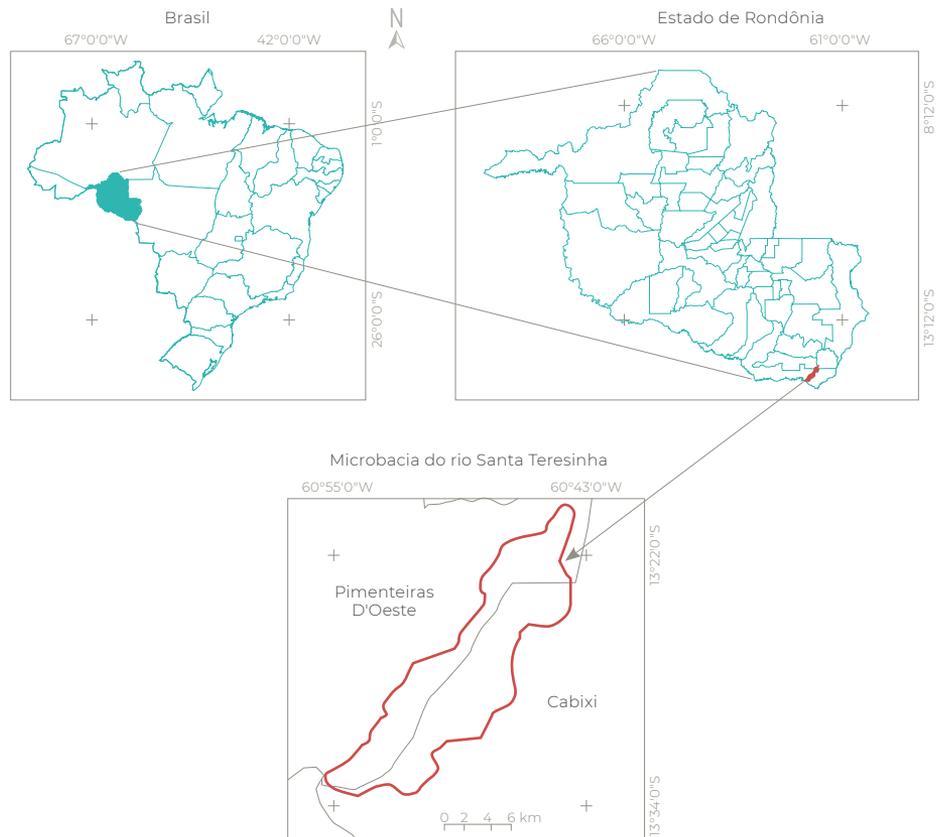


Figura 1 Localização da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental, Brasil

Índice de circularidade (IC): O 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: IC = índice de circularidade; p = perímetro da bacia hidrográfica (km); e A = área da bacia hidrográfica em (km²).

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)

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)

Coefficiente de compacidade (Kc): O coeficiente 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: Kc = coeficiente de compacidade;
P = perímetro da bacia hidrográfica (km);
e A = área da bacia hidrográfica (km²).

Tabela 3 Valores de referência para classificação do coeficiente de compacidade

Coeficiente 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).

Altitudes mínima, média e máxima: As altitudes mínima e máxima foram obtidas tendo como base o modelo digital de elevação (MDE) do produto RTC, com resolução espacial de 12,5 m e comprimentos de onda na banda L (ASF, 2017), utilizando o software QGIS 2.18.7. (QGIS *Development Team*, 2015). A altitude média foi mensurada com o complemento ‘Estatística por zona’.

Declividade: Inicialmente extraiu-se o relevo utilizando o software QGIS, tendo como base o modelo digital de elevação (MDE) do produto RTC, 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).

Padrão de drenagem: Inicialmente foi extraído a rede de drenagem utilizando o *Google Earth Pro*. Posteriormente, comparou-se a forma da distribuição da drenagem da sub-bacia com a classificação de Parvis (1950) (**Figura 2**).

Ordem dos cursos de água: A ordem dos cursos de água realizou-se a classificação da ordem dos cursos d’água manualmente no software *GPS Track Maker free* (versão 13.9.596), (Ferreira Junior, 1998). Os cursos de água foram classificados de acordo com Strahler (1957).

Densidade hidrográfica: A densidade hidrográfica é a relação entre o número de cursos d’água e a área da bacia, e foi calculada conforme a equação 4 (Christofoletti, 1980). A densidade hidrográfica foi classificada de acordo com a **Tabela 4**.

$$Dh = N/A \quad (4)$$

Onde: Dh = densidade hidrográfica (rios km⁻²);
N = número de cursos d’água (unidades);
e A = área da bacia (km²).

Tabela 4 Valores de referência para classificação da densidade hidrográfica

Densidade hidrográfica (rios km ⁻²)	Classe
< 3	Baixa
3 – 7	Média
7 – 15	Alta
>15	Muito alta

Fonte: Lollo (1995)

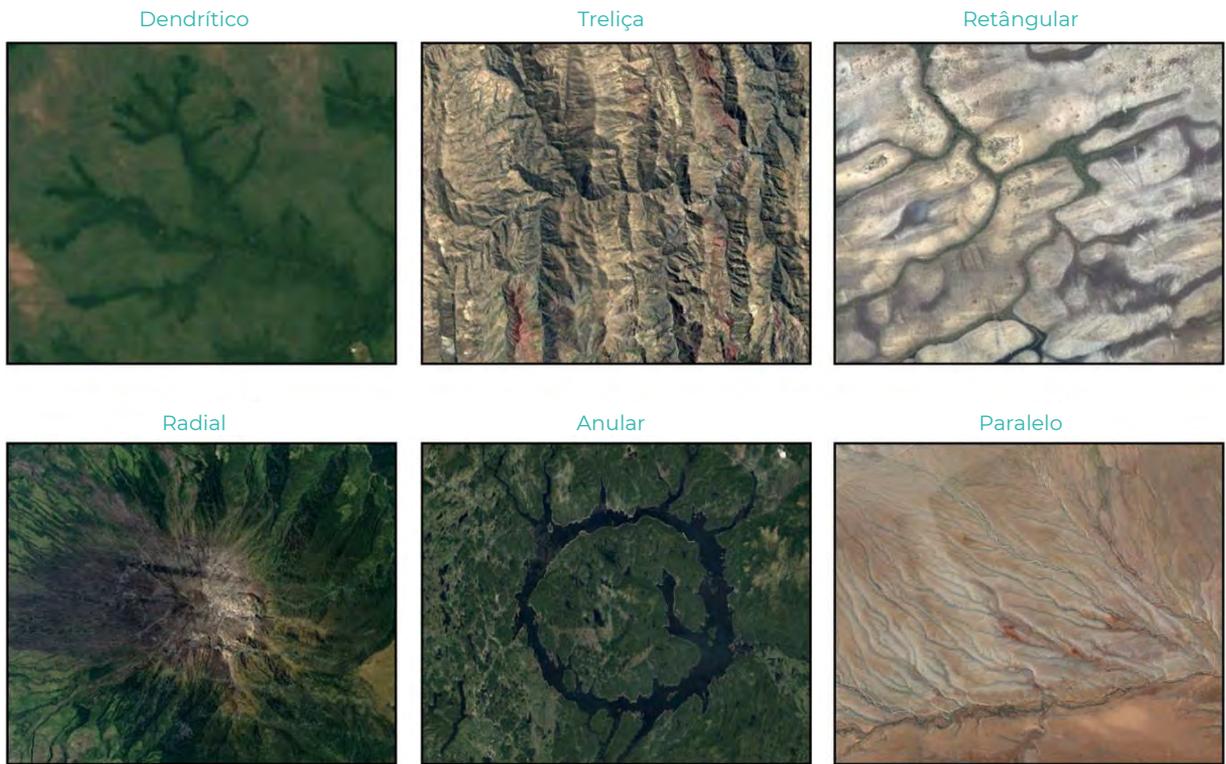


Figura 2 A disposição espacial dos principais tipos de padrões de drenagem. Fonte: Siqueira et al. (2018)

Densidade de drenagem (Dd): A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica (Christofolletti, 1969), levando-se em consideração rios perenes e temporários, e foi calculado com a equação 5 (Horton, 1945). O valor da Dd foi classificado conforme a Tabela 5.

$$Dd = L/A \quad (5)$$

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

Densidade de nascentes (Dn): O número de nascentes foi mensurado utilizando-se o software GPS *Track Maker Free*, adicionando pontos nas extremidades dos cursos de primeira ordem em toda a rede de drenagem. Em

Tabela 5 Valores de referência para classificação da densidade de drenagem

Densidade de drenagem (km km^{-2})	Classe
< 0,50	Baixa
0,50 - 2,00	Média
2,01 - 3,50	Alta
> 3,50	Muito alta

Fonte: Beltrame (1994)

seguida calculou-se a densidade de nascentes com a equação 6.

$$Dn = Qn/A \quad (6)$$

Onde: Dd: densidade de nascentes (nascentes km^{-2}); Qn = quantidade de nascentes (unidades); e A = área da bacia (km^2).

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 7 (Villela e Mattos, 1975). O valor do Is foi classificado com base na **Tabela 6**.

$$Is = 100(L-Ev)/L \quad (7)$$

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

Tabela 6 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)

Tempo de concentração (Tc): O tempo de concentração expressa o tempo necessário para o escoamento deslocar-se do ponto hidráulicamente mais distante da bacia para a saída, conhecida como exutório (USDA, 2010). Este parâmetro foi calculado com a equação 8 (Kirpich, 1940).

$$Tc = [0,87 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)]^{0,385} \quad (8)$$

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

3. Resultados e discussão

A microbacia do rio Santa Teresinha tem área de 179,64 km², perímetro de 78,31 km, fator de forma de 0,17, coeficiente de compacidade de 1,64 e índice de circularidade de 0,37. Esses resultados caracterizam uma microbacia pequena para a região, de forma alongada não sujeita a inundações. É interessante frisar que o formato da microbacia tem notória relação com o tempo de drenagem, por influenciar o comportamento dos cursos de água, sendo constatado que formatos alongados o escoamento ocorre de forma rápida (Spanghero *et al.*, 2015).

Com relação à altitude, verificou-se valor mínimo de 190 m, médio de 121 m, máximo de 241 m e amplitude de 51 m (**Figura 3**). A baixa amplitude altimétrica denota que, apesar da microbacia ter formato alongado, o escoamento deve ocorrer lentamente, propiciando inundações quando ocorrem precipitações prolongadas e com boa intensidade. Neste contexto, verifica-se que a amplitude altimétrica pode exercer maior influência na suscetibilidade a inundações do que o formato da microbacia.

A região tem declividade variando de 0 a 58,0 %, enquadrando-se em cinco classes de relevo (**Figura 4**), com predominâncias dos relevos suave ondulado (88,68 %), ondulado (5,16 %) e plano (4,61 %), que correspondem a 98,46% da área total. Os outros 1,53 % são classificados em forte ondulado (1,10 km²) e montanhoso (0,0016 km²). A predominância de relevos com baixa declividade está associada com a baixa amplitude altimétrica da região, e indica pouca suscetibilidade a erosão, visto que, de acordo com Pissarra *et al.* (2004), o grau de declividade é um dos principais fatores que influenciam os processos erosivos.

Na análise de drenagem constatou-se que a região tem o padrão do tipo dendrítico de terceira ordem, com canal principal

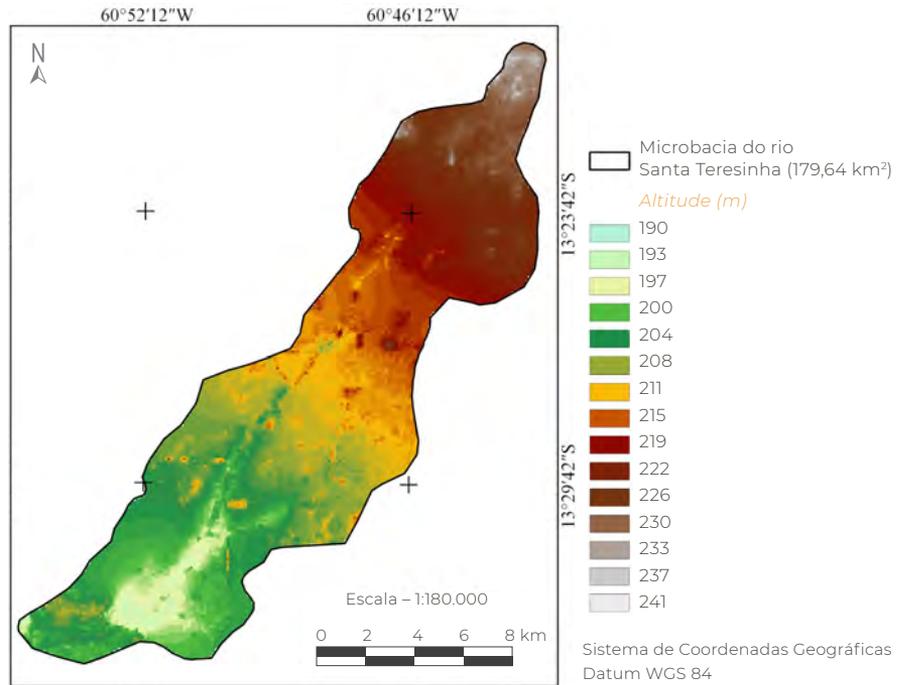


Figura 3 Hipsometria da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental

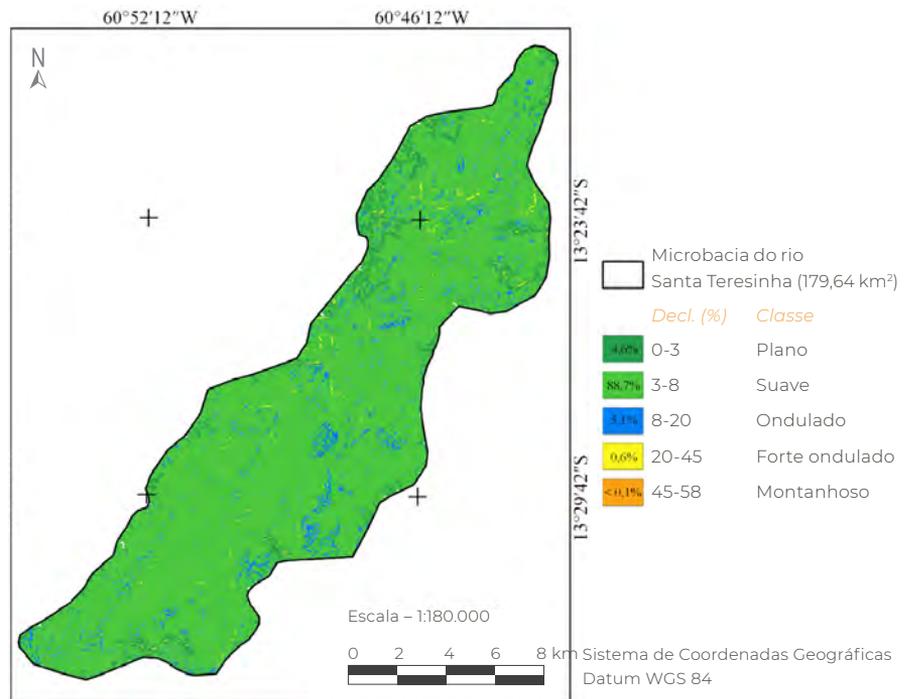


Figura 4 Relevo da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental

de 38,17 km, rede de drenagem de 73,58 km, densidade hidrográfica de 0,11 rios km⁻², densidade de nascentes de 0,08 nascentes km⁻², densidade de drenagem de 0,41 km km⁻² (Figura 5), índice de sinuosidade de 21,75 % e tempo de concentração de 18 horas e 51 minutos.

O padrão de drenagem dendrítico assemelha-se a uma árvore, onde o curso de água principal é o tronco e os afluentes são os ramos (Smith, 1943). Este tipo de padrão sugere que a estrutura da rocha não interfere com o desenvolvimento dos córregos (James, 1935), ou seja, não influencia a distribuição dos canais.

Com relação às ordens, verificam-se valores de 37,20 km, 12,59 km e 23,80 km, para primeira, segunda e terceira ordem, respectivamente. O baixo número de ordens desta microbacia está diretamente relacionado com

a predominância de relevos com baixa declividade.

Os valores das densidades hidrográfica, drenagem e de nascentes são classificados como baixos. O relevo pouco acidentado da microbacia justifica as baixas densidades na área estudada. Todavia, não significa que a região possui baixo potencial hídrico para o abastecimento local, visto que a microbacia está localizada no vale do Guaporé, onde o lençol freático é considerado raso, tendendo a manter o solo encharcado, principalmente durante o período chuvoso do ano (novembro a abril).

O índice de sinuosidade demonstra que a drenagem é retilínea. Este resultado sugere baixo tempo de concentração, contudo, constatou-se o contrário, tempo de concentração de 18 h e 51 minutos, considerado elevado,

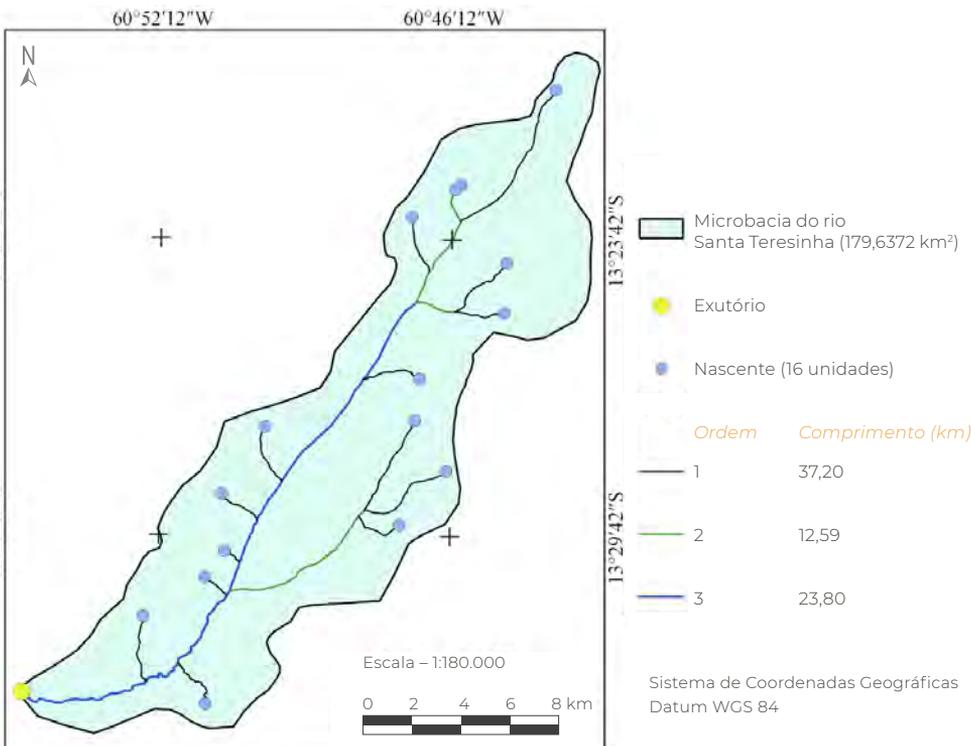


Figura 5 Rede hidrográfica da microbacia do rio Santa Teresinha, Amazônia Ocidental

visto que o comprimento do rio principal tem apenas 38,17 km. O elevado tempo de concentração pode ser explicado diante da amplitude altimétrica do talvegue, considerada baixa (51 m), e das feições do terreno (predominantemente suave ondulado).

É importante ressaltar que a microbacia do rio Santa Teresinha deságua na margem direita do rio Guaporé (200 m de largura), de modo que a dinâmica hídrica da microbacia é influenciada pelos ciclos de cheia e seca do referido rio. Neste contexto, constata-se que é importante considerar a dinâmica hídrica do rio Guaporé para o planejamento e gestão ambiental da microbacia do rio Santa Teresinha.

4. Conclusão

A microbacia do rio Santa Teresinha tem forma alongada, predominância de relevo suave ondulado, rede de drenagem retilínea com padrão dendrítico de terceira ordem, baixas densidades de drenagem, hidrográfica e de nascentes, baixa suscetibilidade a erosões e propensões a encharcamento do solo.

A utilização de ferramentas computacionais para geração de informações geomorfológicas, possibilita sua obtenção em tempo hábil e com baixo custo financeiro. Disponibilizando uma base de dados para auxiliar no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, além de fornecer subsídios para formação de políticas públicas.

5. Referências citadas

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. & SPAROVEK, G. 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.
- ARAÚJO, A. N.; PINHO, D. M.; LOBATO, A. A. C. e L. SILVA TRZECIACK. 2017. "Análise morfométrica de quatro sub-bacias hidrográficas do rio Gurupi na Amazônia Oriental". *Ciência e Sustentabilidade*, 3(2): 83-99.
- ALASKA SATELLITE FACILITY (ASF). 2017. Disponível em: <<https://www.asf.alaska.edu/>>. [Consulta: setembro, 2017].
- BELTRAME, A. V. 1994. *Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação*. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, Brasil.
- 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>.
- BRUBACHER, J. P.; OLIVEIRA, G. D. e L.A. GUASSELLI. 2011. Suscetibilidade de enchentes a partir da análise das variáveis morfométricas na bacia hidrográfica do rio dos Sinos/RS. *XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*. 1.279-1.286. Curitiba, Brasil. (30 de abril - 5 de maio).

- CALIL, P. M.; OLIVEIRA, L. F.; KLIEMANN, H. J. e V. A. DE OLIVEIRA. 2012. "Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da bacia hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, 16(4): 433-442.
- 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". *Notícias Geomorfológicas*, 18(9): 35-64.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1980. *Geomorfologia*. Edgard Blücher. São Paulo, Brasil.
- FAUSTINO, J. 1996. *Planificación y gestión de manejo de cuencas*. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- FERREIRA JUNIOR, O. 1998. *Geo Studio Tecnologia Ltda. Belo Horizonte, MG - Brasil*. Registro INPI nº 28.820. Disponível em: <<http://www.trackmaker.com/main/pt/>>. [Consulta: outubro de 2017].
- 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.
- JAMES, P. E. 1935. *An Outline of Geography*. Ginn and Company. Chicago, USA.
- KIRPICH, Z. P. 1940. "Time of concentration in small agricultural watersheds". *Civil Engineering*, 10(6): 362-370.
- LEMOS, C. E. F.; DE SOUZA VIEIRA, M. I. e R. R. FERRAZ. 2017. "Compartimentação hidrográfica da bacia de drenagem do rio branco, estado de Roraima, Brasil por meio da base hidrográfica ortocodificada". *Acta Geográfica*, 11(26): 35-53.
- 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).
- LOLLO, J. A. 1995. *O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadricula de Campinas*. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, Brasil. Tese Doutorado em Geotecnia.
- PARVIS, M. 1950. "Drainage pattern significance in air photo identification of soils and bedrocks". *Photogrammetric Engineering*, 16(3): 387-408.
- PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W. e A. S. FERRAUDO. 2004. "Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP)". *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28(2): 297-305.
- POLIDORO, M.; BARROS, M. V. F.; LOLLO, J. A. D. e M. C. MARCHETTI. 2010. "Análise multitemporal da evolução da mancha urbana no entorno da BR-369 dos municípios paranaenses". *XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Anais... 1-10*. (25 a 31 de julho). Porto Alegre, Brasil.
- QGIS Development Team. 2015. *QGIS Geographi Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>.
- ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M. e F. F. N. MARCUZZO. 2017. "Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO". *Ciência e Natureza*, 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*. Porto Velho, Rondônia, Brasil.
- SILVA, Q. D. da. 2012. *Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão*. Departamento de Geografia. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado em Geografia.
- SIQUEIRA, A. da S.; LA TORRE, J. J. S.; PARREIRA, C. F.; VENDRUSCOLO, J.; ROSA, D. M. e W. C. S. CAVALHEIRO. 2018. "Caracterização morfométrica na microbacia do rio Conceição, Rondônia". *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*, Edição Especial, 7(1): 59-67.
- SMITH, H. T. U. 1943. *Aerial Photographs and their Applications*. D. Appleton-Century Company. New York, USA.
- SPANGHERO, P. E. S. F.; MELIANI, P. F. e J. S. MENDES. 2015. "Mapeamento hidrográfico de detalhe e análise morfométrica comparativa das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho, Litoral Sul da Bahia". *Caminhos de Geografia*, 16(53): 101-117.
- STRAHLER, A. N. 1957. "Quantitative analysis of watershed geomorphology". *Transactions of American Geophysical Union*, 38(6): 913-20.
- UMETSU, K. R.; PEREIRA, N.; FURLAN DE PEDRI DE CAMPOS, É. M.; AKEMI UMETSU, C.; MEIRELES DE MENDONÇA, R. A.; BERNASCONI, P. e M. F. CAMARGO. 2012. "Análise morfométrica e socioambiental de uma bacia hidrográfica amazônica, Carlinda, MT". *Revista Árvore*, 36(1): 83-93.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). 2010. *Time of Concentration*. Disponível em: <<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/water/manage/hydrology/?cid=stelprdb1043063>>. [Consulta: abril, 2018].
- VILLELA, S. M. e A. MATTOS. 1975. *Hidrologia aplicada*. McGraw-Hill. São Paulo, Brasil.