
Caracterização morfométrica

da microbacia do rio Xabutaí, Amazônia Ocidental, Brasil

Caracterización morfométrica de la microcuenca
del río Xabutaí, Amazonia Occidental, Brasil

Morphometric characterization of the Xabutaí River
microbasin, Western Amazon, Brazil

Thiago Henrique da Silva José

Giliard Rodrigues Bonifácio

Gustavo Neco da Silva

Diogo Martins Rosa

José Paulo de Farias Neto

Jhony Vendruscolo

Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro

Resumo

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica fornece informações essenciais para o planejamento e gestão de seus recursos hídricos. O objetivo foi a caracterização morfométrica da microbacia do rio Xabutaí, localizada no município de São Miguel do Guaporé, Rondônia. Foram realizadas análises geométricas, de relevo e drenagem. A microbacia apresenta área de 43.569 km², perímetro de 54.278 km, altitudes mínima, média e máxima de 184, 215 e 256 m, respectivamente, predominância de relevo plano a ondulado (96,67 %), coeficiente de compacidade de 2,30, fator de forma de 0,43, índice de circularidade de 0,19, padrão de drenagem dendrítico, 6^a ordem de drenagem, densidade de drenagem de 5,92 km km⁻², índice de sinuosidade 22,77 % e tempo de concentração de 3,7 horas. As características propiciam a infiltração de água no solo, reduzindo riscos de erosão e baixa suscetibilidade a enchentes. Portanto, recomenda-se adoção de práticas de manejo conservacionista e recomposição das matas ciliares.

Palavras chave: geoprocessamento; recursos hídricos; Vale do Guaporé.

Resumen

La caracterización morfométrica de la cuenca hidrográfica proporciona información esencial para la planificación y gestión de sus recursos hídricos. El objetivo fue la caracterización morfométrica de la microcuenca del río Xabutaí, ubicada en el municipio de São Miguel do Guaporé, Rondônia. Se analizaron las características geométricas, relieve y red de drenaje. La microcuenca presenta un área de 43.569 km², perímetro de 54.278 km, altitudes mínima, media y máxima de 184, 215 y 256 m, respectivamente, predomina el relieve plano a ondulado (96,67 %), coeficiente de compacidad de 2,30, el factor de forma de 0,43, índice de circularidad de 0,19, patrón de drenaje dendrítico, 6^o orden de drenaje, densidad de drenaje de 5,92 km km⁻², índice de sinuosidad 22,77 % y tiempo de concentración 3,7 horas. Las características propician la infiltración de agua en el suelo, reduciendo riesgos de erosión y baja susceptibilidad a las inundaciones. Por lo tanto, se recomienda la adopción de prácticas de manejo conservacionista y recomposición de los bosques ciliares.

Palabras clave: geoprociamiento; recursos hídricos; Valle del Guaporé.

Abstract

The morphometric characterization of the river basin provides essential information for the planning and management of its water resources. The objective was the morphometric characterization of a Xabutaí River microbasin, located in the municipality of São Miguel do Guaporé, Rondônia. The geometric characteristics, relief and drainage network were analyzed. The microbasin has an area of 43,569 km², with a perimeter of 54,278 km, minimum, average and maximum altitudes of 184, 215 and 256 m, respectively, predominance of flat relief to corrugated (96.67 %), compactness coefficient of 2.30, 0.47, circularity index of 0.19, dendritic drainage pattern, 6th order of drainage, drainage density of 5.92 km km⁻², sinuosity index 22.77 % and time of concentration of 3.7 hours. The characteristics favor the infiltration of water into the soil, reducing erosion risks, and low susceptibility to flooding. Therefore, it is recommended the adoption of conservation management practices and restoration of riparian forests.

Key words: *geoprocessing; water resources; Valley of the Guaporé.*

1. Introdução

A água doce é um elemento fundamental para manutenção da vida e pode ser utilizada para diversas finalidades, como consumo humano, dessedentação de animais, geração de energia e irrigação (Moraes e Jordão, 2002). Apesar da grande importância deste recurso natural para sustentabilidade das atividades humanas no planeta, constata-se que apenas 2,7 % da água é classificada como doce (Vargas, 1999).

Em função da baixa disponibilidade de água doce no planeta, associada a problemas com contaminação da mesma (perda de qualidade), constata-se o aumento de interesse governamental para melhorar a gestão hídrica, principalmente nas últimas duas décadas. Neste contexto, verifica-se a importância das bacias hidrográficas para a preservação e conservação dos recursos hídricos, garantindo o desenvolvimento sustentável (Brasil, 1997).

O planejamento da gestão de bacias hidrográficas leva em consideração as informações morfométricas (geométrica, relevo e drenagem), (Santos *et al.*, 2012), que permitem a identificação das vazões hidrológicas, disponibilidade hídrica e suscetibilidade às inundações (Coutinho *et al.*, 2011). Esses dados podem ser obtidos em tempo hábil e com baixo custo, utilizando técnicas associadas ao sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica e geoprocessamento (Mapa e Lima, 2012).

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização morfométrica da microbacia do rio Xabutaí.

2. Material e métodos

2.1 Localização e características da área de estudo

O trabalho foi realizado na microbacia hidrográfica do rio Xabutaí, responsável pelo abastecimento do Frigorífico Guaporé Carnes 3, no município de São Miguel do Guaporé. A região apresenta clima do tipo Monção (Am), com uma precipitação média anual de 2.100 mm e temperatura média de 24 a 26 °C (Alvares *et al.*, 2014).

2.2 Caracterização morfométrica

A microbacia hidrográfica foi delimitada utilizando software QGIS 2.10.0 (versão Pisa), (QGIS Development Team, 2015) e o complemento *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM), tendo como base o Modelo Digital de Elevação (MDE) do satélite Alos (sensor Palsar), com resolução espacial de 12,5 m (ASF, 2017). Após a delimitação da microbacia foram obtidas a área e o perímetro pela calculadora de campo disponível no QGIS 2.10.0, e as seguintes características físicas:

2.2.1 Altitude

As altitudes mínima e máxima foram obtidas com base na imagem altimétrica SRTM, com resolução de 30 m, utilizando o software QGIS 2.10.0 (versão Pisa). A amplitude altimétrica foi obtida pela diferença entre altitude máxima e mínima.

2.2.2 Relevo

Classificado de acordo com a declividade, sendo adotadas as seguintes classes: plano (0-3 %), suave ondulado (3-8 %), ondulado (8-20 %), forte ondulado (20-45 %) e montanhoso (45-75 %), de acordo com Santos *et al.* (2013).

2.2.3 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). O Kc sempre será um valor < 1, quanto menor o Kc, mais circular será a bacia e maior a tendência a enchentes. Determinado pela equação 1, e classificado de acordo com Lima Júnior *et al.* (2012) em alta propensão a grandes enchentes (1,00-1,25), tendências medianas a enchentes (1,25-1,50) ou não sujeito a enchentes (> 1,50), (Equação 1).

$$Kc = 0,28 \times P/\sqrt{A} \quad (1)$$

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

2.2.4 Fator de forma (F)

Definido pela relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (Cardoso *et al.*, 2006). Determinado pela equação 2, e classificado de acordo com Lima Júnior *et al.* (2012) em bacia sujeita a enchentes (1,00-1,75), tendência mediana a enchentes (0,75-0,50) ou não sujeito a enchentes (< 0,50), (Equação 2).

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

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

2.2.5 Índice de circularidade (IC)

Relaciona a área da bacia com a área de um círculo de perímetro igual ao da área da bacia (Cardoso *et al.*, 2006), (Equação 3).

$$IC = (12,57 \times A)/p^2 \quad (3)$$

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

2.2.6 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). Determinado pela equação 4, e classificado de

acordo com Marcuzzo *et al.* (2012) em muito reto (< 20 %), reto (20-29 %), divagante (30,0-39,9 %), sinuoso (40-49,95 %) ou muito sinuoso (> 50 %).

$$Is = [100 \times (L-DV)]/L \quad (4)$$

Onde: L = comprimento do canal principal (km); Dv = distância vetorial do canal principal (km).

2.2.7 Padrão de drenagem

Representa a forma de distribuição da drenagem, e foi classificada de acordo com Parvis (1950) em dendrítico, treliça, retangular, radial, anular ou paralelo.

2.2.8 Densidade de drenagem (Dd)

Representa a quantidade de drenagem por área. Determinada pela equação 5, e classificado de acordo com Beltrame (1994) em baixa densidade (< 0,50), media densidade (0,50-2,00), alta densidade (2,01-3,50) ou muito alta densidade (> 3,50).

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

Onde: CRD = comprimento da rede de drenagem (em km); A = área da bacia (km²).

2.2.9 Ordem dos cursos d'água

A drenagem foi obtida com o TauDEM com base no MDE do Palsar-Alos. Após a obtenção da drenagem realizou-se a classificação da ordem dos cursos d'água, de acordo com Strahler (1957), onde o encontro de 2 rios de 1ª ordem forma um rio de 2ª ordem, o encontro de 2 rios de 2ª ordem forma um rio de 3ª ordem, e assim por diante.

2.2.10 Tempo de concentração (Tc)

É o tempo de percurso da água precipitada desde o ponto cinematicamente mais afastado da bacia hidrográfica até a secção de referência (Kirpich, 1940), (Equação 6).

$$T_c = (0,87 \times L^3/H)^{0,385} \quad (6)$$

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

3. Resultados e discussão

A microbacia do rio Xabutaí apresenta altitudes mínimas, médias e máximas de 184, 215 e 256 m, respectivamente (Figura 1). Em áreas com maior altitude ocorrem elevações das taxas de evapotranspiração e do índice de precipitação, aumentando o suprimento de água ao longo do ano (Cardoso *et al.*, 2006), que tendem a se acumular nas áreas mais baixas do terreno (184 a 198,4 m).

Com base na Figura 2, verifica-se predominância de relevo plano a ondulado, totali-

zando 96,67% da área da microbacia. Esses resultados indicam alto potencial para práticas florestais e agrícolas, principalmente nas áreas de relevo plano e suave ondulado, por permitir o uso de mecanização.

Os processos de escoamento e infiltração de água são regulados pela declividade da área (Silva *et al.*, 2014) e a predominância de relevos planos a suave ondulado demonstra que a microbacia tende a apresentar redução do escoamento superficial, elevação da infiltração e um bom nível de abastecimento do lençol freático (Pinto *et al.*, 2015).

Outro fator que influencia no escoamento superficial e na infiltração de água é a cobertura do solo, como observado por Lobato *et al.* (2009), que se constataram que a densidade e o tipo de vegetação exercem influência no

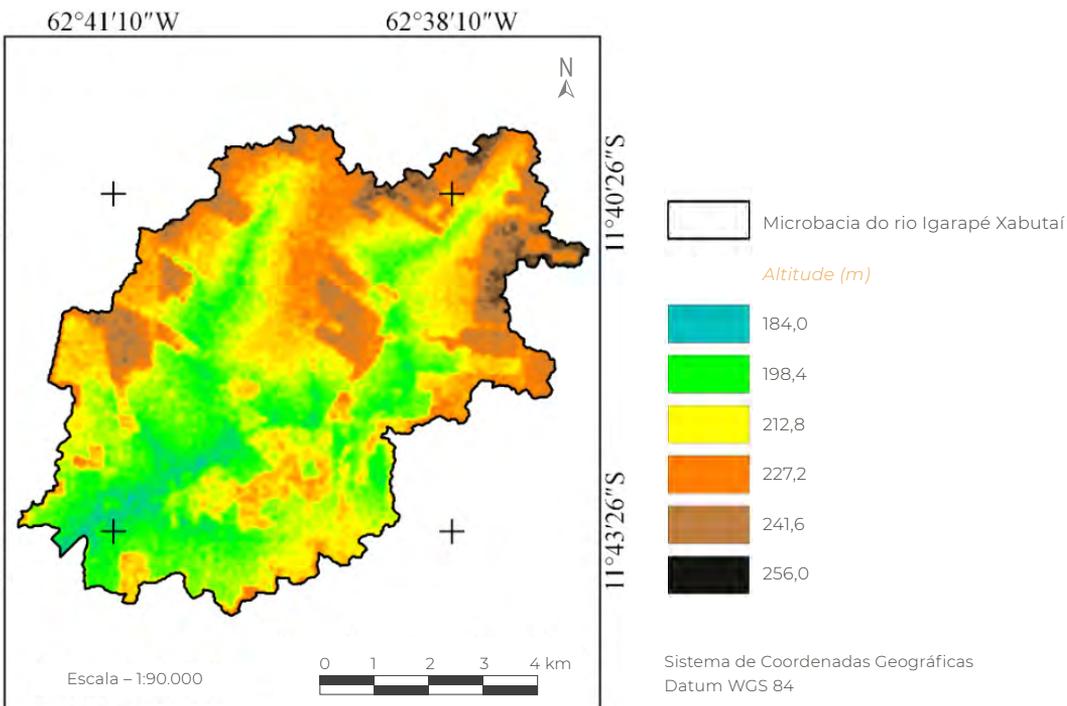


Figura 1 Altitude da microbacia do rio Xabutaí, Amazônia Ocidental, Brasil

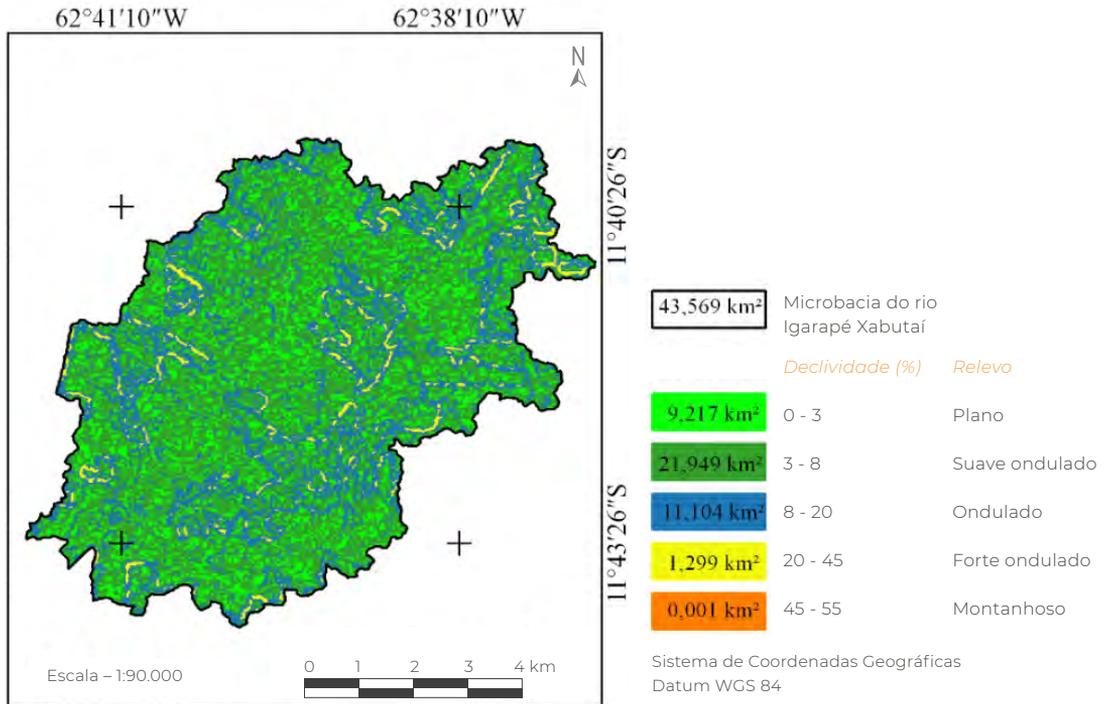


Figura 2 Declividade do rio Xabutaí, Amazônia Ocidental, Brasil

escoamento superficial, onde vegetações ralas associadas com elevados níveis de precipitação tendem a apresentar maiores perdas de matéria orgânica e solo, contendo nutrientes como P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺. Neste contexto, verifica-se a necessidade de manejar adequadamente o solo na microbacia do rio Xabutaí, mesmo em relevos planos a suave ondulados, principalmente devido ao alto índice pluviométrico (2.100 mm ano⁻¹).

A microbacia apresentou coeficiente de compacidade de 2,30, fator forma de 0,4339, índice de circularidade de 0,19 e índice de sinuosidade de 22,7%. Esses resultados indicam que a microbacia apresenta baixa suscetibilidade a enchentes, mesmo apresentando baixa sinuosidade, classificada como reta. Apesar da baixa suscetibilidade a enchente da microbacia, recomenda-se a adoção de práticas de

manejo conservacionistas, como curvas de nível e manutenção da cobertura do solo, que favorecem a infiltração de água no sistema.

O padrão de drenagem encontrada na microbacia é do tipo dendrítico, sendo classificado até a 6^o ordem, demonstrando uma rede de drenagem ramificada (Figura 3). Esse sistema de drenagem é influenciado principalmente pelo relevo suave ondulado, desta forma a água não apresenta um caminho bem definido, proporcionando a criação de vários canais.

A densidade de drenagem observada na microbacia é de 5,9240 km km⁻², significando um nível muito alto de drenagem. Observa-se que essa condição pode ser considerada adequada para inserção de atividades agropecuárias envolvendo sistema de irrigação, contudo, recomendam-se estudos mais detalhados para confirmar essa hipótese.

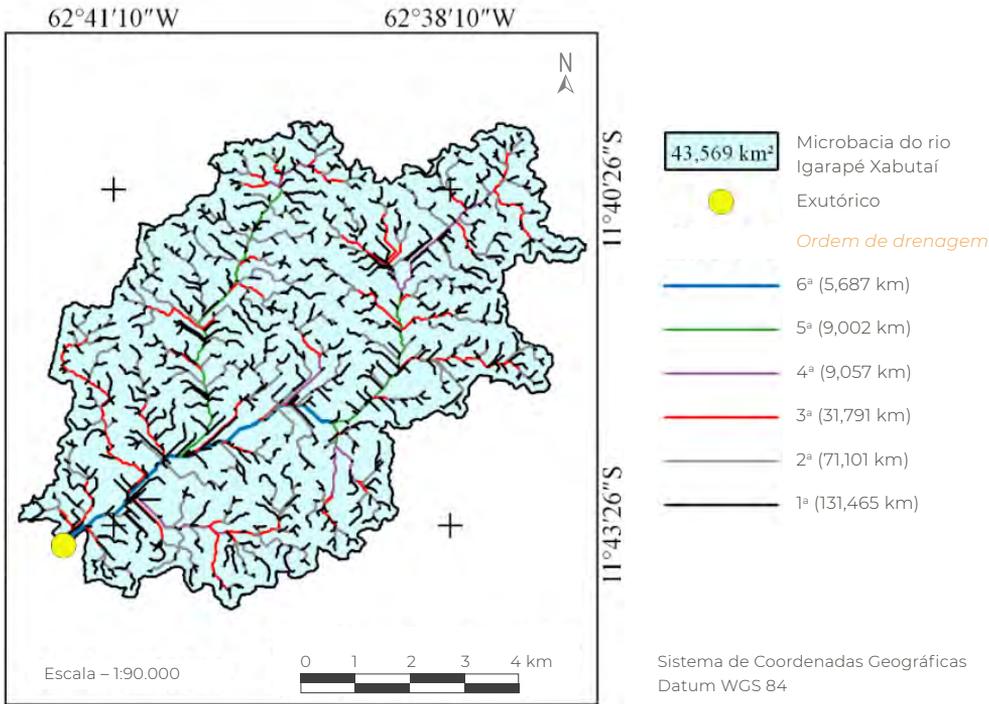


Figura 3 Ordem dos cursos d'água na microbacia do rio Xabutaí, Amazônia Ocidental, Brasil

A área de estudo apresenta tempo de concentração de 3,7 horas. Este parâmetro representa o tempo necessário para que toda a bacia contribua para a sua saída após uma precipitação (Villela e Mattos, 1975). Apesar do tempo de concentração ser considerado baixo, ou seja, tempo considerado curto para enchente máxima, não se verifica problemas para o Frigorífico Guaporé Carnes 3, que se encontra em um nível elevado em relação ao curso principal.

4. Conclusão

A microbacia do rio Xabutaí apresenta área de 43,569 km², perímetro de 54,278 km, altitudes mínimas, médias e máximas de 184, 215 e 256 m, respectivamente, predominância de relevo plano a ondulado (96,67%), coeficiente de compacidade de 2,30, fator de forma de 0,43, índice de circularidade de 0,19, padrão de drenagem dendrítico, 6ª ordem de drenagem, densidade de drenagem de 5,92 km km⁻², índice de sinuosidade 22,77% e tempo de concentração de 3,7 h. Recomenda-se adoção de práticas de manejo conservacionista e recomposição das matas ciliares.

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.
- 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 9.833, 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>. [Consulta: setembro, 2017].
- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B. e S. M. MARTINS. 2006. "Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Debossan, Nova Friburgo- RJ". *Revista Árvore*, 30(2): 241-248.
- COUTINHO, L. M; CECÍLIO, R. A; XAVIER, A. C; ZANETTI, S. S. e G. G. OLIVEIRA. 2011. "Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo, ES". *Irriga*, 16(4): 369-381.
- KIRPICH, K. 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 morfométrica 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.
- MARCUZZO, F. F. N.; OLIVEIRA, N. D. L.; CARDOSO, M. R. D. e A. D. F. TSCHIEDEL. 2012. Detalhamento hidromorfológico da bacia do rio Parnaíba. *XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, João Pessoa. Anais... ABRH*, 1: 1-20. Porto Alegre, Brasil.
- MAPA, S. M. S e R. S. LIMA. 2012. "Uso combinado de sistemas de informações geográficas para transportes e programação linear inteira mista em problemas de localização de instalações". *Gestão & Produção*, 19(1): 119-136.
- MORAES, D. S. de L. e B. Q. JORDÃO. 2002. "Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana". *Revista Saúde Pública*, 36(3): 370-374.
- PARVIS, M. 1950. "Drainage pattern significance in air photo identification of soils and bedrocks". *Photogrammetric Engineering*, 16(3): 387-408.

- PINTO, V. R. 2015. *Caracterização morfométrica e capacidade de uso da terra da bacia hidrográfica do rio Sararé, sudoeste do Estado de Mato Grosso*. Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Dissertação de Mestrado.
- QGIS Development Team. 2015. *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em <<http://qgisosgeo.org>>. [Consulta: junho 2015].
- SANTOS, D. B.; VIDOTTO, M. L.; BERTINATTO, R.; SOUZA M. G. R e E. P. FRIGO. 2012. “Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio São José”. *Applied Research & Agrotechnology*, 5(2): 7-18.
- 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 Ciências do Solo (SBCS), 92. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- SILVA, A. R.; SILVA, M. F. e L. C. A. SANTOS. 2014. “Caracterização morfométrica do rio Cacao - MA”. *Revista Percurso*, 6(2): 141-153.
- STRAHLER, A. N. 1957. “Quantitative analysis of watershed geomorphology”. *Transactions of American Geophysical Union*, 38(6): 913-920.
- VARGAS, M. M. C. 1999. “O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental”. *Ambiente & sociedade*, 5: 109-134.
- VILLELA, S. M. e A. MATTOS. 1975. *Hidrologia aplicada*. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, Brasil.