

## Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tibagi - Paraná

### *Morphometric characterization of Tibagi river watershed - Parana*

Carla Talita Pertille<sup>1\*</sup>, Francielle Santos Vieira<sup>2</sup>, Bruno Jan Schramm Corrêa<sup>3</sup>, Camila Furlan de Souza<sup>4</sup>, Dionatan Gerber<sup>5</sup>

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi caracterizar as propriedades morfométricas da bacia do rio Tibagi, utilizando-se de técnicas de geoprocessamento. Os parâmetros morfológicos calculados foram: fator de forma, índice de circularidade, declividade média, razão de alongação, coeficiente de compacidade e densidade de drenagem. A análise morfométrica demonstrou que a bacia possui formato alongado, com baixa propensão a enchentes, enquanto os dados topográficos revelaram uma tendência propícia ao escoamento superficial. O estudo forneceu dados para uma melhor compreensão do comportamento hídrico da bacia.

**Palavras-chaves:** Delimitação automática. Recursos hídricos. Geoprocessamento; Escoamento superficial.

**Abstract:** The objective of this work was to characterize the morphometric properties of the Tibagi river basin using geoprocessing techniques. The calculated morphological parameters were: form factor, circularity index, mean slope, elongation ratio, compactness coefficient and drainage density. The morphometric analysis showed that the basin has an elongated shape, with low propensity to floods, while topographic data showed a tendency to surface runoff. The study provided data for a better understanding of the basin's water behavior.

**Key words:** Automatic delimitation. Water resources. Geoprocessing. Surface runoff

## INTRODUÇÃO

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas, e tem como objetivo esclarecer as diversas questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional (TEODORO et al., 2007).

As bacias hidrográficas são importantes feições que evidenciam ao longo do tempo a evolução do modelado da superfície terrestre. No entanto, a maioria dos trabalhos científicos acerca de bacias hidrográficas mostram aspectos

qualitativos insuficientes para a identificação de homogeneidades (ALVES; CASTRO, 2003).

Para isso, é necessário expressar os aspectos quantitativos de todas as características de forma, de processos e de suas inter-relações (TONELLO et al., 2006). Além disso, a combinação de diversos dados morfométricos permite a diferenciação de áreas homogêneas por meio do uso de indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais (ANTONELI; THOMAZ, 2007).

A principal ferramenta para conduzir ações com base na bacia hidrográfica é o geoprocessamento,

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 17/07/2017; aprovado em 29/11/2017.

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Florestal (UTFPR). Mestranda em Engenharia Florestal – UDESC; carla\_pertille@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduada em Engenharia Florestal (UDESC). Mestranda em Engenharia Florestal – UDESC; francielle.florestal@outlook.com

<sup>3</sup> Graduado em Biologia (UTFPR). Mestrando em Engenharia Florestal – UDESC; brschramm74@gmail.com

<sup>4</sup> Graduada em Engenharia Florestal (UDESC). Mestranda em Engenharia Florestal – UDESC; camilafurlan.florestal@gmail.com

<sup>5</sup> Graduado em Engenharia Florestal (UTFPR). Mestrando em Engenharia Florestal – UDESC; dionatan\_gerber@hotmail.com

fundamental para sua localização e delimitação, seguido das medições e análise morfométrica de sua superfície (COUTINHO et al., 2011).

Nesse sentido, a ferramenta mais fácil de caracterização e dimensionamento de bacias hidrográficas é o Sistema de Informações Geográficas (SIG). De acordo com Ferreira et al. (2015) as informações de relevo são representadas por uma estrutura numérica de dados correspondente à distribuição espacial da altitude e da superfície do terreno, denominada Modelo Digital de Elevação (MDE). Essas informações são armazenadas digitalmente e apresentadas de forma visual ou graficamente, permitindo a comparação e a correlação entre informações (ELESBON et al., 2011).

Entre as vantagens de se utilizar o MDE em SIG estão a sua velocidade, confiabilidade e a integração com outras bases de dados o que reduz a intervenção manual e possíveis erros (VALERIANO et al., 2006).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar e caracterizar as propriedades morfométricas da bacia do rio Tibagi a partir de técnicas de

geoprocessamento a fim de gerar dados para o gerenciamento hídrico da mesma.

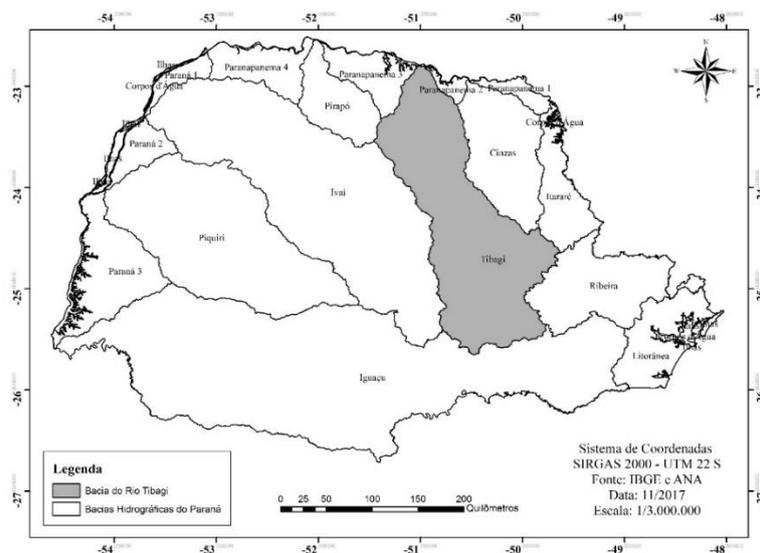
## MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do Rio Tibagi está entre as maiores bacias hidrográficas do Estado do Paraná. Localizada entre as coordenadas geográficas 22°47'22" e 25°36'25" de latitude sul, e 49°36'00" e 51°27'36" de longitude oeste (Figura 1).

A bacia está inserida no segundo e terceiro planalto paranaense, com altitude de 300-1340 metros. Na região do terceiro planalto da bacia predominam Latossolos Vermelhos, no segundo planalto predomina uma variedade maior de tipos de solos, como cambissolos, podzólicos vermelho-amarelos, litólicos, latossolos vermelho-escuros e areais quartzosas (BHERING et al., 2008).

O Clima é classificado como clima subtropical úmido (Cfb), sem estação de seca e verão quente (Cfa), segundo classificação de Koppen (ALVARES et al., 2017).

**Figura 1.** Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Tibagi, Paraná.



**Fonte:** Autores (2017).

Para a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Tibagi foi utilizado o programa computacional ArcMap® 10.4 (ESRI, 2017). Para tanto, utilizou-se o *shapefile* do estado do Paraná obtido no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e *shapefiles* da hidrografia da bacia do Rio Tibagi do site Agência Nacional das Águas (ANA). Os arquivos estavam no sistema de referência *South American Datum 1969 – SAD-69* e foram convertidos para SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) com projeção cartográfica UTM (*Universal Transversa de Mercator*). Os dados relacionados ao relevo da bacia foram adquiridos pelo projeto da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) Monitoramento por Satélite (MIRANDA, 2005), com dados por interferometria de radar com 90 metros de resolução espacial e elipsóide de referência *World Geodetic System - WGS84*. Esse dado também foi transformado para SIRGAS 2000 – UTM 22 S.

O procedimento de delimitação da bacia foi realizado utilizando a extensão (“*plugin*”) *Spatial Analyst* e seguiu os quatro passos recomendado por Dias et al. (2004), sendo eles: preenchimento de depressões (“*fill sinks*”), direção de fluxo (“*flow direction*”), fluxo acumulado (“*flow accumulation*”) e delimitação de bacias (“*Watershed*”).

### Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Tibagi - Paraná

Com a delimitação da área da bacia, procedeu-se a obtenção das propriedades físicas, como: área da bacia, perímetro, coeficiente de compactidade, fator de forma, índice de circularidade, declividades, altitudes, densidade de drenagem e ordem dos cursos d'água.

### Características geométricas

Um indicador de menor ou maior tendência de enchentes em bacias hidrográficas é o fator de Forma (F), onde quanto mais baixo é menos sujeito a enchentes quanto outra do mesmo tamanho com fator de forma maior (VILLELA e MATTOS, 1975). Este é obtido através da Equação 1:

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

Em que: Kf – fator de forma; A – área da bacia (km<sup>2</sup>); L<sup>2</sup>: comprimento do eixo da bacia (km).

Um outro índice importante é o Índice de Circularidade, o qual tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada (TONELLO et al., 2006).

$$Ic = \frac{12.57 * A}{P^2} \quad (2)$$

Em que: Ic – índice de circularidade; P – perímetro da bacia (km); A – área da bacia (km<sup>2</sup>).

Já a declividade da bacia pode ser caracterizada como a divisão entre a amplitude altimétrica (H) e o comprimento do eixo da bacia (L) (SCHUMM, 1956).

$$S\% = \frac{77 * Lc}{P} \quad (3)$$

Em que: S% – declividade média da bacia; L: comprimento do eixo da bacia (Km); P – perímetro da bacia (Km).

A razão de alongação relaciona o diâmetro do círculo de mesma área da bacia (A) ao comprimento do eixo (L). Valores altos indicam que a bacia possui forma circular e tem maior propensão a enchentes, ao passo que valores baixos indicam que a probabilidade de enchentes é menor, além da bacia apresentar forma mais alongada (SCHUMM, 1956). A RE é obtida pela Equação 4:

$$RE = \frac{1.128 * A^{0.5}}{L} \quad (4)$$

Em que: RE – razão de alongação; A – área da bacia (Km<sup>2</sup>); L: comprimento do eixo da bacia (Km).

Segundo Villela e Mattos (1975) o Coeficiente de compacidade (Kc) ou índice de Gravelius é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual a área da bacia. O Kc é um valor adimensional que varia com a forma da bacia, assim quanto mais irregular a bacia, maior será o coeficiente de compacidade e menor a tendência a enchentes. A bacia será mais suscetível a enchentes quando o valor de Kc se aproximar de 1. O Kc é determinado com base na Equação 5.

$$Kc = \frac{0.2821 * P}{A^{0.5}} \quad (5)$$

Em que: Kc – coeficiente de compacidade; P – perímetro da bacia (km); A – área da bacia (Km<sup>2</sup>).

A densidade de drenagem (DD) correlaciona o comprimento total dos canais com a área da bacia. Quanto

maior a DD, o volume de água das chuvas chegará mais rápido ao final da bacia (SANTOS et al., 2012). Esse índice é obtido pela Equação 6:

$$DD = \frac{L}{A} \quad (6)$$

Em que: DD – densidade de drenagem; L: comprimento do eixo da bacia (Km); A – área da bacia (Km<sup>2</sup>).

Além desses parâmetros, caracterizou-se o ordenamento dos rios da bacia segundo a hierarquia de Strahler (1952), obtendo-se o número e comprimento dos canais da bacia.

O mapa de declividade foi gerado a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido pela triangulação irregular da grade (TIN). Com a obtenção do MDE, realizou-se a determinação das classes de declividade, seguindo a classificação sugerida pela Embrapa (2013), sendo seis classes: 0 - 3% (plano), 3 - 8% (suave-ondulado), 8-20% (ondulado), 20 - 45% (forte - ondulado), 45 - 75% (montanhoso), e maior que 75% (forte - montanhoso). Também foram obtidas informações relacionadas a altitude da bacia, como altitude máxima, mínima e média, bem como a curva hipsométrica da mesma.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, mostram-se os resultados da caracterização da bacia hidrográfica do rio Tibagi. A área de drenagem encontrada na bacia foi de 24.919,51 km<sup>2</sup> e seu perímetro, de 1.080,60 km.

**Tabela 1** – Caracterização geométrica da bacia hidrográfica do Rio Tibagi, Paraná.

Parâmetros	Valor
Área de Drenagem (Km <sup>2</sup> )	24.919,51
Perímetro (Km)	1.080,60
Comprimento do eixo da bacia (Km)	364,13
Fator de forma (Kf)	0,18
Índice de Circularidade (Ic)	0,26
Declividade média (S%)	25,94
Razão de alongação (Re)	0,48
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,93
Densidade de drenagem (km/km <sup>2</sup> )	1,22

Fonte: Autores (2017).

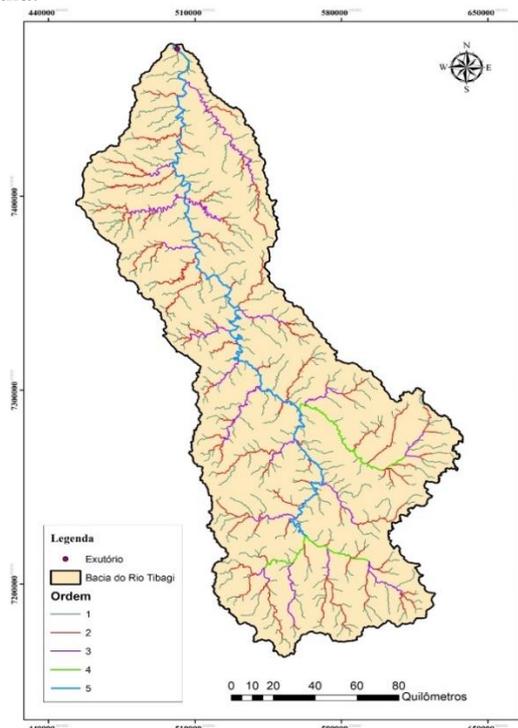
De acordo com os resultados, a bacia hidrográfica do rio Tibagi apresentou pouca suscetibilidade a ocorrência de enchentes em condições normais de precipitação, ou seja, excluindo-se eventos de intensidade anormais, pelo fato de apresentar um coeficiente de compacidade afastado da unidade (1,93) e, quanto ao seu fator de forma, apresentou um valor baixo (0,18). Assim, há uma indicação de que a bacia do Rio Tibagi não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada. Tal fato pode ainda ser comprovado pelo índice de circularidade, possuindo um valor de 0,26. Em bacias de forma circular, há maiores possibilidade de precipitações intensas ocorrerem simultaneamente em toda a extensão da bacia, concentrando um grande volume de água no tributário principal, enquanto que em bacias de forma

alongada, devido ao menor fator de forma, a precipitação atinge toda a sua área simultaneamente, evitando concentrações de escoamento superficial (CARDOSO et al., 2006; VILLELA; MATTOS, 1975).

A densidade de drenagem encontrada na bacia hidrográfica do rio Tibagi foi de 1,22 km/km<sup>2</sup>. De acordo com Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5 km/km<sup>2</sup> em bacias com drenagem pobre a 3,5 km/km<sup>2</sup>, ou mais, em bacias bem drenadas, indicando, assim, que a bacia em estudo possui média capacidade de drenagem. Em uma análise comparativa, o índice de densidade encontrado na bacia hidrográfica da sub-bacia do rio Poxim-Açu, Sergipe, foi de 1,82 em uma área de 128,08 km/km<sup>2</sup>, mostrando que a bacia apresentou um valor considerado baixo, permitindo classificar a bacia como de drenagem regular (ROCHA et al., 2014). A bacia hidrográfica do córrego Tamanduá em Impará-GO obteve valor de densidade de drenagem equivalente a uma área de 29,53 km<sup>2</sup>, igual a 1,01. Assim, de acordo com esses autores, essas bacias são enquadradas como medianamente drenadas (SANTOS; SOUZA, 2013).

A densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica (CARDOSO et al., 2006). Esses valores auxiliam no processo de planejamento do manejo da bacia. De acordo com a hierarquia de Strahler (1952), o sistema de drenagem da bacia em estudo possui ramificação de quinta ordem.

**Figura 2.** Ordenamento dos canais da bacia do Rio Tibagi, Paraná.



Fonte: Autores (2017).

O comprimento total dos cursos d'água foi de 5578 km, distribuídos por 907 canais (Tabela 2). O percentual de tributários de primeira ordem é elevado em relação às demais ordens, sendo que dos 907 canais, 455 são de primeira ordem, os quais representam 50,17% dos canais da bacia (nascentes). Estes canais de primeira ordem

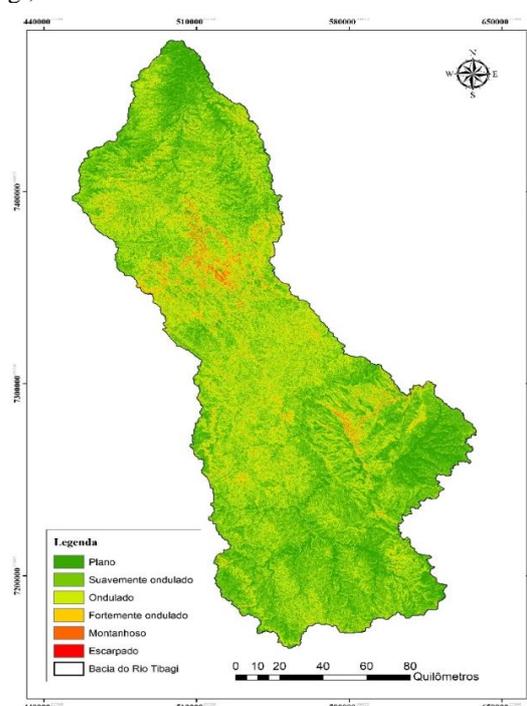
apresentam um comprimento de 2917,31 km de extensão, ou seja, são responsáveis por 52,30% do comprimento total dos canais. Já o canal principal (5ª ordem) apresenta uma extensão 160,98 km, que representa 2,89% do total da extensão dos canais.

**Tabela 2** - Caracterização dos cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio Tibagi.

Ordem da bacia	Número de canais	Comprimento dos canais (km)
1	455	2.917,31
2	217	1.378,71
3	108	666,31
4	95	454,69
5	32	160,98
Total	907	5578

A distribuição espacial das classes de declividade na bacia hidrográfica do Rio Tibagi pode ser observada na Figura 3. O percentual de declividade média encontrado é de 25,94% que, segundo classificação da Embrapa (2013), caracteriza-se como relevo fortemente ondulado (Tabela 3). Pode-se verificar uma maior concentração de declividades na região central da bacia, porção onde a variação da altitude se apresenta mais elevada. Segundo Marchini et al. (2015) o escoamento superficial possui efeito direto em áreas com elevada declividade, pois devido a velocidade de escoamento da água, sua infiltração no solo é reduzida.

**Figura 3** - Classificação da declividade da bacia do Rio Tibagi, Paraná.



Fonte: Autores (2017).

Segundo Elesbon et al. (2011), a velocidade de escoamento do rio principal depende da declividade dos

canais fluviais. Assim, quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento e bem mais pronunciados e estreitos serão os hidrogramas de enchentes, indicando maiores variações de vazões instantâneas.

Para Tonello et al. (2006) a declividade de uma bacia hidrográfica, importante parâmetro relacionado ao relevo, afeta significativamente a velocidade do escoamento superficial, diminuindo assim a infiltração da água no solo, que quando associadas à ausência de cobertura vegetal e altas intensidade de chuvas, potencializam o processo erosivo e ocorrência de enchentes.

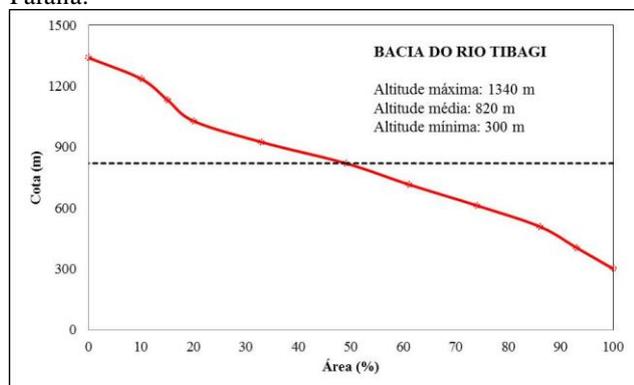
Na Tabela 3 apresentam-se as informações quantitativas associadas à declividade da bacia. Observa-se, nesse quadro a maior parte do relevo está compreendido com declividade entre plano (54,37%) e suavemente ondulado (24,77%), com declividade média de 25,94 %.

**Tabela 3** – Padrões percentuais do mapa de declividade da bacia hidrográfica do Rio Tibagi.

Relevo	Classes de declive (%)	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
Plano	0 – 3	13548,9	54,37
Suavemente ondulado	3 – 6	6172,15	24,77
Ondulado	6 – 12	2976,53	11,95
Fortemente ondulado	12 – 20	1671,76	6,70
Montanhoso	20 – 40	358,91	1,45
Escarpado	>40%	191,26	0,76
Total		24919,51	100

A Figura 4 ilustra a distribuição das elevações da área da bacia do rio Tibagi com referências ao nível do mar. Observa-se que a elevação média encontrada para a bacia foi de 820 m, sendo sua altitude máxima 1340 m e a mínima 300 m. Verifica-se, que a maior parte da área da bacia, ocorre na faixa de altitude entre 820 e 924 m, correspondendo a 16,0% do total.

**Figura 4** – Curva hipsométrica da bacia do rio Tibagi, Paraná.



Segundo Duarte et al. (2007), a elevação média e a variação em uma bacia são fatores importantes com relação à precipitação e a temperatura. Grandes variações de altitude em uma bacia hidrográfica acarretam diferenças significativas na temperatura média, a qual, por sua vez,

causa variações na evapotranspiração e precipitação anual. Pode-se dizer que em função da alta variação de elevação na bacia do rio Tibagi tal bacia é sujeita a grandes diferenças de temperatura e precipitação.

## CONCLUSÕES

Com base nas análises realizadas verifica-se que as características morfométricas podem indicar a susceptibilidade para a ocorrência de enchentes, bem como no planejamento urbano e no uso e conservação do solo.

A análise dos dados morfométricos mostrou que a bacia hidrográfica do rio Tibagi apresenta formato alongado, sendo tal afirmação comprovada pelo coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de circularidade, fazendo com que a bacia se apresente pouco susceptível a grandes cheias em condições normais de pluviosidade, e topografia muito favorável ao escoamento superficial.

A análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tibagi forneceu um grupo de dados consistentes, que permitem uma melhor interpretação da influência das características físicas da região. O estudo poderá servir de base a uma melhor compreensão do regime hidrológico, para o monitoramento da bacia hidrográfica, auxiliando na análise sujeitas as enchentes e aos processos erosivos e no manejo e conservação do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; SENTELHAS, P. C.; STAPE, J. L. Modeling monthly meteorological and agronomic frost days, based on minimum air temperature, in Center-Southern Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v.113, n. 3-4, p. 1-15, 2017.
- ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, Rio Claro, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.
- ANTONELLI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. **Revista Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.8, n.21, p46-58, 2007.
- BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; BOGNOLA, I. A.; CURCIO, G. R.; MANZATTO, C.V.; CARVALHO JÚNIOR, W. de; CHAGAS, C. da S.; ÁGLIO, L. D.; SOUZA, J. S. de. **Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Florestas: Embrapa Solos: Instituto Agrônomo do Paraná, 2008. 74p.
- CARDOSO, C.A.; DIAS, H.C.T.; SOARES, C.P.B.; MARTINS, S.V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. **Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.
- COUTINHO, L. M.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; ZANETTI, S. S.; GARCIA, G. O. Caracterização

- morfométrica da bacia hidrográfica do Rio da Prata, Castelo, ES. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 369-381, 2011.
- DUARTE, C. C.; GALVÍNCIO, J. D.; CORRÊA, A. C. B.; ARAÚJO, M. S. B. Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Tapacurá-PE. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, v.24, n.2, p.50-64, 2007.
- ELESBON, A. A. A.; GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; OLIVEIRA, I. C. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do braço norte do rio São Mateus – Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.64, n.3, p.281-288, 2011.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013, 353 p.
- ESRI – Environmental Systems Research Institute. Inc. ArcGIS Professional GIS for the desktop, version 10.4 Disponível em: <http://www.img.com.br/pt-BR/arcgis10-4/sobre-arcgis>. Acesso em: 14 set. 2017.
- FERREIRA, R. G.; MOURA, M. C. O.; CASTRO, F. S. Uso de plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Pancas – Brasil. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 03, p. 210-216, 2015.
- MARCHINI, D.; LING, T. C.; ALVES, M. C.; CRESTANA, S.; FILHO, S. N. S.; ARRUDA, O. G. Matéria orgânica, infiltração e imagens tomográficas de Latossolo em recuperação sob diferentes tipos de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.6, p.574-580, 2015.
- MIRANDA, E. E. de. **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005.
- ROCHA, R. M.; LUCAS, A. A. T.; ALMEIDA, C. A. P.; NETO, E. L. M.; NETTO, A. O. A. Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Poxim-Açu, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 9, n. 2, 2014.
- SANTOS, D.B.D.; VIDOTTO, M.L.; BERTINATTO, R.; MARCON, G.R.D.S.; FRIGO, E.P. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio São José, Cascavel, PR. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.2, p. 7-18, 2012.
- SANTOS, E. F. D; DE SOUSAI, F. A. Aspectos morfométricos da bacia do córrego tamanduá em Iporá-GO. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v.7, n. 15, 2013.
- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth, Amboy, New Jersey. **The Geological Society of America**, Boulder, v.67, n.5, p.597-646, 1956.
- SOUSA, F. A. de; RODRIGUES, S. C. Aspectos morfométricos da alta bacia do rio dos Bois em Iporá-GO. **Mercator**, Fortaleza, v.11, n.25, p. 141-151, 2012.
- STRAHLER, A. N. Hypsometric Analysis of Erosional Topography. **The Geological Society of America**, Boulder, v. 63, n.11, p.1117-1142, 1952.
- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de Bacia Hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental e local. **Revista Uniara**, Araraquara, n.20, 2007.
- TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L. de; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T. M.; STORINO, M.; AMARAL, B. D.; MENDES JR, J. N.; LIMA, D; J. Modeling small watersheds in Brazilian Amazônia with SRTM-90m data. **Computers & Geosciences**, New York, v.32, n.8, p.1169-1181, 2006.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975. 245p.