

CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ ILHA DO COCO NO SUDESTE PARAENSE

Alison Veloso da Costa Cunha

(E-mail: alisonveloso44@hotmail.com)

Estudando de Geotecnologias e Recursos Naturais na Amazônia Oriental/UNIFESSPA

Maria Rita Vidal

(E-mail: ritavidal@unifesspa.edu.br)

Professora da UNIFESSPA e Doutora em Geografia pela Universidade do Ceará

Abraão Levi dos Santos Mascarenhas

(E-mail: abraãolevi@unifesspa.edu.br)

Professor/Orientador da UNIFESSPA e Doutorando do Programa de Geografia Humana-USP

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi analisar a morfometria da bacia hidrográfica do Igarapé Ilha do Coco, localizada no município de Parauapebas, Pará. A metodologia envolveu a obtenção da SRTM, delimitação automática da bacia utilizando-se a ferramenta Hydrology do ArcGis, cálculo dos atributos morfométricos e análise dos resultados morfométricos. A bacia em estudo apresenta área de aproximadamente $121,93\text{km}^2$, o perímetro de $66,29\text{km}$, comprimento da bacia de $20,17\text{km}$, fator de forma (Kf) de $0,30$, índice de circularidade (Ic) $0,35$, coeficiente de compacidade (Kc) de $1,68$, índice de rugosidade (Ct) de $0,40$ e padrão de drenagem dendrítico. O comprimento do rio principal (L) apresenta $26,36\text{km}$, e segundo a classificação de Strahler a bacia possui canais de 4ª ordem, na qual possuem 123 canais de 1ª ordem, 64 canais de 2ª ordem, 45 canais de 3ª ordem e 11 canais de 4ª ordem, totalizando 243 canais e comprimento total dos canais (Lt) de $152,85\text{km}$. A frequência de rios (Fr) é de $1,99$ canais km^{-2} , com densidade de drenagem (Dd) de $1,25\text{km km}^{-2}$, textura de topografia (Tt) de $0,33$ e coeficiente de manutenção (Cm) de $797,71\text{m}^2$. O relevo apresenta altimetria máxima de 467m , mínima de 151m , média de 288m , amplitude de 316m e desvio padrão da amplitude altimétrica de 87m . A bacia em estudo apresenta baixa suscetibilidade à inundação, entretanto, vem apresentando problemas de inundação e alagamento, possivelmente por conta do intenso uso do solo, análise mais detalhadas poderão indicar as possíveis causas.

Palavras-chave: Análise morfométrica; hierarquia fluvial; manejo de bacia

1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos desempenham papel fundamental para a sobrevivência do ser humano e no desenvolvimento de suas atividades (agropecuárias e industriais). Entretanto, a urbanização desordenada vem contribuindo para o processo de degradação ambiental em várias partes do sistema hidrográfico. Dessa forma, faz-se necessário o gerenciamento de bacias hidrográficas para garantir a adequação dos meios de exploração dos recursos naturais pelo homem, visando o desenvolvimento sustentável (LANNA, 2000).

Nesse contexto, as características físicas de uma bacia constituem elementos de grande importância para a avaliação de seu comportamento hidrológico, pois, ao se estabelecerem relações e comparações entre elas e os dados hidrológicos conhecidos, pode-se determinar, indiretamente, os valores hidrológicos em locais em que esses dados são desconhecidos (VILLELA E MATOS, 1975).

Realizar a análise de uma bacia perpassa em adotar princípios sistêmicos e postura dialética na condução do entendimento de uma determinada bacia. A Bacia hidrográfica é um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólido e líquido, próximo à superfície terrestre por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais. Inclui, portanto todos os espaços de circulação, armazenamento, e de saídas da água e do material por ela transportado, que mantêm relação com esses canais. (RODRIGUES; ADAMI, 2009).

O estudo morfométrico de bacias hidrográficas é definido como a análise quantitativa das relações entre a fisiografia da bacia e a sua dinâmica hidrológica (SANTOS et al., 2012). Lindner et al. (2007), afirmam em sua pesquisa que os índices morfométricos são importantes pressupostos para a preservação de eventos hidrometeorológicos, como enchentes e estiagens. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi analisar a morfometria da bacia hidrográfica do Igarapé Ilha do Coco, localizada no município de Parauapebas, Pará.

2 METODOLOGIAS

2.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Igarapé Ilha do Coco, na qual possui área de aproximadamente 121,93 km², localizada no município de Parauapebas, região sudeste paraense, compreende o retângulo envolvente de 6°03'06" e 6°11'08" de latitude sul e 49°55'00" e 49°45'00" de longitude oeste. Faz parte da bacia do Tocantins e desemboca pela margem direita no rio Parauapebas (PARAUPEBAS, 2018).

Segundo Siqueira, Aprile e Miguéis (2012), o município de Parauapebas está localizado na “Zona Tropical” e apresenta dois subtipos de clima, o de planícies e o de montanhas, ambos de acordo com a classificação de Köppen incluídos como clima “Am” tropical, quente e úmido, com precipitação elevada. A estação seca ocorre entre maio e novembro. No período de chuvas, regionalmente conhecido como “inverno”, a precipitação pode alcançar 2800 mm e a umidade relativa do ar chega a ultrapassar 90%. A temperatura média ao longo do ano é de 29 °C.

2.2 Processamento dos dados SRTM

Os dados da imagem de Radar SRTM foram adquiridos junto à U.S Geological Survery (USGS), com equipamento de 1 Arc-Second que oferecem elevação global e faz cobertura mundial com resolução espacial de 30 m e elipsóide de referência WGS84, reprojeta para SIRGAS 2000. O processo de caracterização morfométrica da bacia hidrográfica foi desenvolvido no SIG ArcGis 10.3 (ESRI, 2013), através das extensões (plugins) Spatial Analyst Tools e Hydrology. A licença de o programa estar sob a responsabilidade do CTIC-Unifesspa.

O processamento dos dados SRTM foi realizado conforme Dias et al. (2004), onde ocorreram as seguintes etapas: preenchimento de depressão (“fill”); direção de fluxo (“flow direction”),fluxo acumulado (“flow accumulation”) e delimitação de bacia (“Watershed”) (Figura 1).

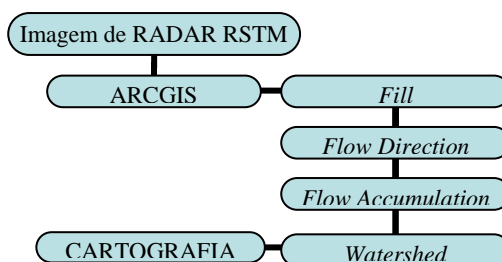


Figura 1. Fluxograma dos procedimentos para definição da bacia hidrográfica a partir dos dados RSTM.
Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Após a delimitação da bacia hidrográfica do Igarapé Ilha do Coco foi realizado os procedimentos de rotina por meio desse software para elaboração dos mapas de hierarquia fluvial e mapa hipsométrico.

2.3 Análise morfométrica

A análise morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé Ilha do Coco foi feita a partir das características geométricas, da rede de drenagem e relevo, conforme Santos et al. (2012).

2.3.1 Características Geométricas

A análise da geométrica da bacia foi realizada conforme Christofolletti (1969), onde analisou-se atributos da rede de drenagem e da morfologia. A área e o perímetro da bacia foram gerados de modo automáticos a parti da função Calculate Geometry do software Arcgis 10.3.

A área da bacia variações altimétricas (projetada sobre o plano horizontal) limitada pelos divisores topográficos da bacia ou, simplesmente, a área drenada pelo conjunto de sistema fluvial (Embrapa, 2012). Nesse trabalho, foi utilizado a unidade em quilômetro (km) como medida e a delimitação da bacia hidrográfica foi realizada com o exutório por meio do programa ArcGis 10.3, utilizando-se a ferramenta Hydrology e o MDE. O mapa de hierarquia fluvial pode ser observado na figura 2.A.

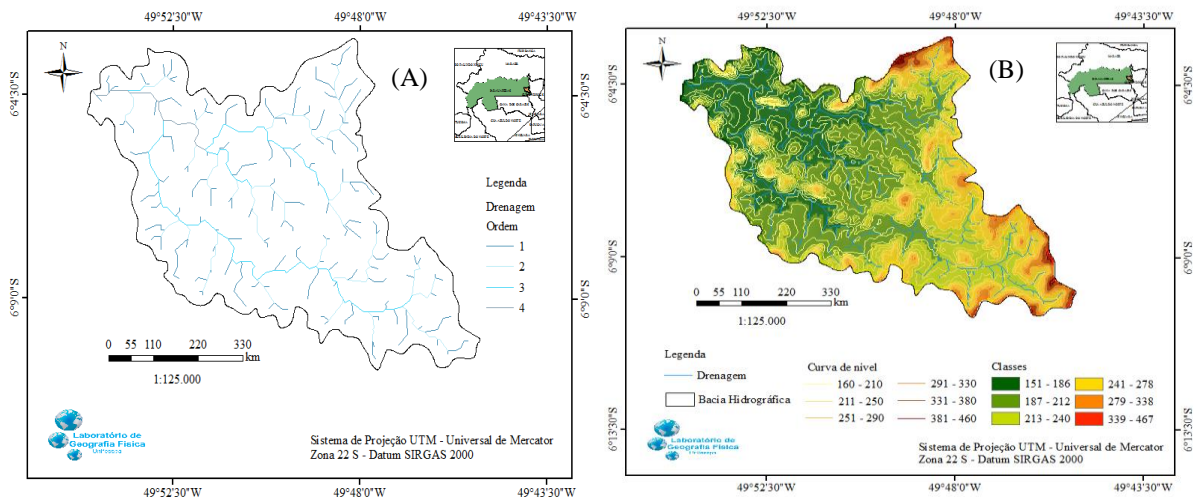


Figura 2. Mapas: A - Hierarquia fluvial; B - Hipsométrico e curva de nível da bacia hidrográfica do Igarapé Ilha de Coco.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

O comprimento da bacia foi determinado com utilização da ferramenta Measure considerando a distância medida em linha reta acompanhando paralelamente o rio principal.

O fator de forma (Kf) relaciona a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais distante do divisor de água). O fator de forma nesta pesquisa foi baseado em metodologia proposta por Cardoso et al. (2006) e pode ser calculado da seguinte forma:

$$Kf = A/C^2$$

sendo: Kf é adimensional; A = área de drenagem (km^2) e C = comprimento do eixo da bacia (km).

Para o índice de circularidade (Ic), utilizou-se classificação proposta por Schumm (1956), que descreve que valores maiores que 0,51 mostram que a bacia tende a ser mais circular, favorecendo os processos de inundação (picos de cheias). Os valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada, o que contribui para o processo de escoamento. Esse índice pode ser calculado da seguinte forma:

$$Ic = 12,57 \times A/P^2,$$

em que: A = área (km^2) e P = perímetro (km).

Para o cálculo do coeficiente de compactidade (Kc), foi utilizada a classificação proposta por Villela e Mattos (1975) que indica: quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compactidade. Para coeficientes acima de um, a bacia irá apresentar baixa suscetibilidade de ocorrência de inundações; por sua vez, quanto menor for o valor desse coeficiente (números próximos de zero), mais arredondada será a bacia e mais sujeita a enchentes ela estará. Esse coeficiente é um valor adimensional que varia com a forma da bacia independentemente do seu tamanho. O cálculo do coeficiente de compactidade pode ser feito a partir da equação:

$$Kc = 0,28 \times P/\sqrt{A}$$

onde: P = perímetro (km) e A = área da bacia (km^2).

O índice de rugosidade (IR ou Ct) relaciona a disponibilidade do escoamento hídrico superficial com seu potencial erosivo, expresso pela declividade média. Quanto maior for esse índice, maior será o risco de degradação da bacia quando as vertentes são íngremes e longas. Trata-se de um índice adimensional que corresponde à diferença altimétrica entre a foz e a maior altitude situada num determinado ponto da área da bacia, o que indica o desnível médio da bacia hidrográfica. Pode ser calculada pela seguinte equação:

$$Ct = Dd \times H,$$

na qual: Ct = índice de rugosidade; Dd = densidade de drenagem (km/km^2) e H = amplitude altimétrica (km).

O padrão de drenagem foi determinado de acordo com a descrição Christofolletti (1980), que pode ser classificados em dendrítico, anelar, radial ou paralelo.

2.3.2 Características da Rede de Drenagem

O comprimento do rio principal (L) é um parâmetro que mede a extensão do rio principal de sua nascente até a sua foz (ou exutório da bacia). Foi determinado através da ferramenta *measure* do ArcMap 10.3.

A hierarquia dos canais de drenagem foi obtida com a ferramenta *Stream Order* do conjunto de ferramentas *Spatial Analyst*, com metodologia baseada em Horton (1945) modificada por Strahler (1957), na qual se observa que: os menores canais sem tributários são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem aparecem da confluência de dois canais de primeira ordem e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem a partir da confluência dos canais de segunda ordem; e assim sucessivamente.

O total de canais de drenagem, número de canais de primeira, segunda, terça e quarta ordem e comprimento total dos canais foram determinados com auxílio da ferramenta *Statistics* através da tabela de atributos.

A frequência de drenagem (F) é a capacidade de uma bacia em produzir maior ou menor quantidade de água, e foi determinada da seguinte forma:

$$F = Ni/A$$

em que: F = frequência de drenagem; Ni = número dos cursos d'água e A = área da bacia (km^2).

Para determinação da densidade de drenagem (Dd), utilizou-se a classificação proposta por Villela e Mattos (1975), na qual a densidade de drenagem pode variar de 0,5 km/km^2 em bacias de drenagem pobre a 3,5 km/km^2 em bacias de drenagem ricas. É o resultado da divisão entre o comprimento total dos cursos d'água pela área da bacia:

$$Dd = Lt/A,$$

onde: Lt = comprimento total dos canais (km) e A = área da bacia (km^2).

O cálculo de textura da topografia (Tt) baseia-se principalmente na densidade de drenagem e foi classificado com base na metodologia proposta por França (1968), que indica três classes de Tt : grosseira (abaixo de 4), média (entre 4 e 10) e fina (acima de 10).

$$\text{Log } Tt = 0,219649 + 1,115 \log Dd,$$

sendo: Dd = densidade de drenagem.

O coeficiente de manutenção (Cm) representa uma medida de textura do solo, utilizando-se do índice Dd , e serve basicamente para determinar a área mínima necessária para a manutenção de 1 m de canal de escoamento permanente. Em que:

$$Cm = 1/Dd \times 1.000,$$

na qual: Cm = coeficiente de manutenção (m^2) e Dd = densidade de drenagem ($km\ km^{-2}$).

2.3.3 Características do relevo

O relevo é um fator que influencia diretamente no processo de escoamento e pode ser visualizado por meio de um mapa hipsométrico (Figura 2-B). A altimetria máxima, altimetria mínima foi determinado mediante observação da imagem RSTM da área de estudo.

A amplitude altimétrica (H_m) corresponde à diferença altimétrica entre a altitude de desembocadura e a altitude do ponto mais alto situado em qualquer lugar da divisória topográfica, dessa forma, foi determinado da seguinte forma:

$$H_m = P1 - P2$$

em que: H_m = amplitude altimétrica (m); $P1$ = ponto mais alto (m); $P2$ = ponto mais baixo da bacia hidrográfica (m).

3. RESULTADOS PRELIMINARES

A bacia do Igarapé Ilha do Coco apresenta uma área de aproximadamente 121,93 km^2 , perímetro de 66,29 km e comprimento da bacia de 20,14 km (Tabela 1). Os dados obtidos da análise morfométrica dos parâmetros geométricos, da rede de drenagem e do relevo também podem ser observados na tabela 1. É de suma importância a compreensão desses fatores para o entendimento da dinâmica do uso e ocupação da bacia.

Característica	Parâmetro	Sigla	Valores (unidade)
Geométrica	Área da bacia	<i>A</i>	121,93 (km^2)
Geométrica	Perímetro da bacia	<i>P</i>	66,29 (km)
Geométrica	Comprimento da bacia	<i>C</i>	20,17 (km)
Geométrica	Fator de forma	<i>Kf</i>	0,30 (adimensional)
Geométrica	Índice de circularidade	<i>Ic</i>	0,35 (adimensional)
Geométrica	Coeficiente de compacidade	<i>Kc</i>	1,68 (adimensional)
Geométrica	Índice de rugosidade	<i>Ct</i>	0,40 (adimensional)
Geométrica	Padrão de drenagem	-	dendrítico
Rede de Drenagem	Comprimento do rio principal	<i>L</i>	26,3628 (km)
Rede de Drenagem	Canal de drenagem (Strahler)	-	4ª ordem
Rede de Drenagem	Total de canais de drenagem	-	243 (nº)
Rede de Drenagem	Número de canais de 1ª ordem	-	123 (nº)
Rede de Drenagem	Número de canais de 2ª ordem	-	64 (nº)
Rede de Drenagem	Número de canais de 3ª ordem	-	45 (nº)
Rede de Drenagem	Número de canais de 4ª ordem	-	11 (nº)
Rede de Drenagem	Comprimento total dos canais	<i>Lt</i>	152,85 (km)
Rede de Drenagem	Frequência de rios	<i>Fr</i>	1,99 (canais km^{-2})
Rede de Drenagem	Densidade de drenagem	<i>Dd</i>	1,2536 ($km\ km^{-2}$)

Rede de Drenagem	Textura de topografia	Tt	0,33 (km)
Rede de Drenagem	Coeficiente de manutenção	Cm	797,71 (m ²)
Relevo	Altimetria Máxima	$H_{máx}$	467 (m)
Relevo	Altimetria Mínima	$H_{mín}$	151 (m)
Relevo	Altimetria Média	$H_{méd}$	288 (m)
Relevo	Amplitude altimétrica	H_m	316 (m)
Relevo	Desvio padrão da amplitude altimétrica	Σ	81 (m)

Tabela 1. Caracterização morfométrica da bacia do Igarapé Ilha de Coco.

Fonte: Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Segundo Tonello et al. (2006), o Kf determina a tendência do formato da bacia, e os resultados obtidos demonstram que essa bacia hidrográfica tende a apresentar formato mais alongado em virtude do baixo valor do fator de forma (0,30), ou seja, próximo de zero. Isso se deve ao fato de que, em uma bacia estreita e longa, com fator de forma baixa, há menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão (Embrapa, 2012).

A presente bacia apresenta I_c menor que 0,51, demonstrando que a bacia tende a ser menos circular e mais alongada, contribuindo para o processo de escoamento e possui K_c igual a 1,68, ou seja, a bacia apresenta baixa suscetibilidade de ocorrência de inundação por possuir uma forma menos arredada, ou seja, a bacia tende a possuir forma mais irregular independentemente do seu tamanho, sendo coerente com o dado apresentado do Kf.

A bacia em estudo apresenta padrão de drenagem dendrítico e C_t de 0,40, este índice relaciona a disponibilidade de escoamento hídrico superficial com seu potencial erosivo, expresso pela declividade média.

O comprimento do rio principal é de aproximadamente 26,36 km, e segundo a classificação de Strahler (1957) a bacia é de quarta ordem, na qual possuem 123 canais de 1ª ordem, 64 canais de 2ª ordem, 45 canais de 3ª ordem e 11 canais de 4ª ordem, totalizando 243 canais e comprimento total dos canais (L_t) de 152,85 km.

A F_r apresenta o número de rios por quilometro quadrado de área hidrológica (Embrapa, 2012). Na bacia em estudo foi de aproximadamente 1,99 canais km-2 conectados entre si e capazes de drenar água superficial desta área. Segunda Villela e Mattos (1977) a bacia apresenta uma D_d bem drenada (1,25 km km-2). Essa variável se relaciona diretamente com os processos climáticos atuantes na área estudada, os quais influenciam o fornecimento e

o transporte de material detrítico ou indicam o grau de manipulação antrópica (SANTOS et al., 2012).

Enquanto que sua Tt apresenta-se como grosseiro (0,33 km) o que indica o grau de entalhamento topográfico realizado pelos rios (CHRISTOFOLETTI, 1969). Esse índice trata também do processo erosivo e grau de dessecação da superfície terrestre. Os resultados obtidos para o Cm indicam que para manter cada metro de canal, são necessários 797,71 m².

Pode-se observar na figura 2.B, que o relevo apresenta altitudes que variam de 151 m na região da foz a 467 m na região das nascentes, com desvio padrão da amplitude altimétrica foi de 81 m. A variação de altitude média foi de 288 m, fator muito importante, pois influenciam as perdas de água que ocorrem na forma de evaporação e transpiração, já variações na precipitação atuarão diretamente no escoamento superficial e infiltração (Villela e Mattos, 1975). Trentin e Robaina (2005) afirmam que o mapa hipsométrico tem fundamental importância na análise da energia do relevo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da geotecnologia favorece uma melhor compreensão do sistema fluvial e pode auxiliar nas tomadas de decisões e gestão territorial. Prevenindo desastres ambientais e contribui para evitar processos erosivos.

Com base na análise morfométrica a bacia do Igarapé Ilha do Coco apresenta baixa suscetibilidade a inundação, entretanto, formas irregulares do uso e ocupação do solo ao entorno do igarapé estão provocando inundação, alagamento e contribuindo para o processo erosivo do solo, causando prejuízos diretos e indiretamente à saúde humana e ao município de Parauapebas. Nossos próximos passos será a análise hidrológica da bacia em vista de entender os elementos pontuais responsáveis pela qualidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.

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. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, Edgard Blücher, 2^a ed., 1980.

DIAS, L. S. O.; ROCHA, G. A.; BARROS, E. U. A.; MAIA, P. H. P. Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 4, n.2, p.265-271, 2004.

- EMBRAPA. **Análise morfométrica de bacia hidrográfica: subsídio à gestão territorial, estudo de caso no alto e médio Mamanguape.** (Eds.) Sâmara Rachel Ribeiro da Silva Trajano *et al.* 1ª Ed. Campinas, SP, 2012. Embrapa Gestão Territorial.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). **ArcGIS for Desktop.** Versão. 10.3. Redlands: ESRI, 2013.
- FRANÇA, G. V. de. **Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba.** 1968. 151 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, New York, v. 56, n. 3, p. 275–370, mar. 1945.
- LANNA, A. E. A inserção da gestão das águas na gestão ambiental. In: MUÑOZ, H. R. (Org.). **Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da lei de águas de 1997.** 2. ed. Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. p. 75-108.
- LINDNER, E. A.; GOMIG, K.; KOBAYAMA, M. Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfométrica e classificação do uso do solo na bacia rio do Peixe/SC. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais...** Florianópolis: Inpe, 2007. p. 3405-3412.
- PARAUPEBAS (Município). Prefeitura de Parauapebas. **Geografia: hidrografia.** Disponível em: <<http://www.parauapebas.pa.gov.br/index.php/nossa-historia>> Acessado em: 15 Março 2018.
- RODRIGUEZ; ADAMI. **Técnicas fundamentais para o estudo de bacia hidrográfica.** In: VENTURI, L. A. B. (Org.) **Praticando Geografia: técnicas de campos e laboratório.** Oficina de Texto, São Paulo, 2005.
- SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012.
- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, New York, v. 67, n. 5, p. 597-646, May 1956.
- SOBRINHO, Alves Sobrinho; OLIVEIRA, Paulo T. S.; RODRIGUES, Dulce B. B.; AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 46-47, jan/fev. 2010.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions American Geophysical Union**, Washington, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.
- TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 859-857, 2006.
- TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. de S. Metodologia para mapeamento geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11., 2005, São Paulo. Anais...** São Paulo: Ed. da USP, 2005. P. 3606-3615.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.