

## RECURSOS HÍDRICOS

# AValiação DAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICA E FISIOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAIAPÓ NO ESTADO DO TOCANTINS.

**Letícia Cortez de Oliveira** (AUTOR PRINCIPAL) - leticiacortez\_2@hotmail.com  
Universidade Federal do Tocantins

**Amanda Patrini Batista da Costa** (COAUTOR) - amandapatrini@gmail.com  
Universidade Federal do Tocantins

**Cláudio Carneiro Santana Junior** (COAUTOR) - claudio\_jr\_santana@hotmail.com  
Universidade Federal do Tocantins

**Deborah Franco** (COAUTOR) - deehfranco@gmail.com  
Universidade Federal do Tocantins

**Fernanda Ferracioli Silva** (COAUTOR) - ferracioli15@gmail.com  
Universidade Federal do Tocantins

**Thainá Rodrigues De Moraes** (COAUTOR) - itsnai\_@hotmail.com  
Universidade Federal do Tocantins

**RESUMO:** Este artigo pretende de forma simplificada explicitar, as características morfológicas e fisiológicas da bacia hidrográfica do Rio Caiapó (bacia Araguaia-Tocantins). Para isso, foi realizado o geoprocessamento de cartas e mapas topográficas (utilizando o sistema de informações geográficas, através dos softwares ArcGIS e SPRING), e foram calculados alguns parâmetros físicos de acordo com literaturas disponíveis para o estudo do comportamento hidrológico da bacia.

**Palavras – chave:** Morfometria, Bacia hidrográfica, Rio Caiapó.

## 1. INTRODUÇÃO

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

Segundo ANDRADE *et al.* “Bacias hidrográficas são unidades complexas que necessitam de caracterização física para sua simplificação e para o conhecimento do comportamento hidrológico”. No Brasil, a **Lei Federal nº 9433/97** no art. 1º inciso V,

estabelece a bacia hidrográfica como unidade territorial para aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Bacia Hidrográfica é, portanto, uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. É composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório (Silveira, 2001 *apud* CARDOSO *et al.* 2006)

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características morfológicas, ou seja, área, forma, topografia, geologia, solo, cobertura vegetal, etc. A fim de entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos (LIMA; 2000).

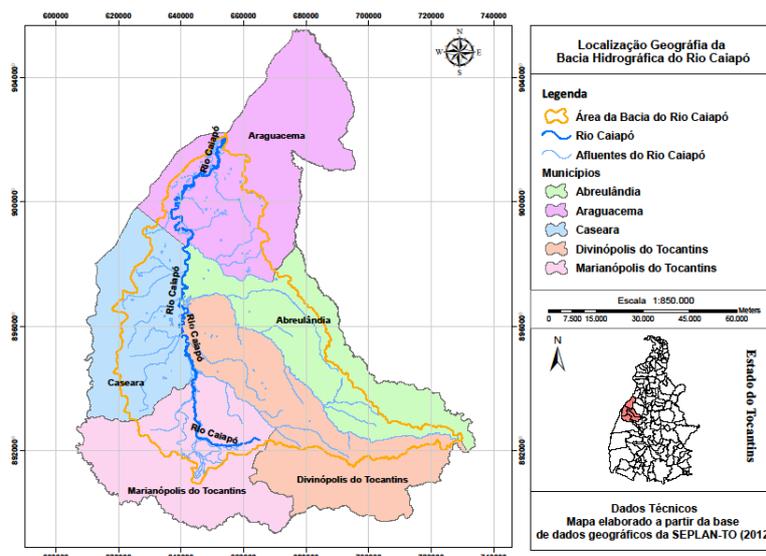
Diante do exposto, no trabalho em questão será feita uma caracterização morfométrica e fisiométrica da bacia hidrográfica do Rio Caiapó, pertencente à bacia do Rio Araguaia – Tocantins, sendo um dos afluentes da margem direita do Rio Araguaia (BARROSO, *et al.* 2013).

## **2. METODOLOGIA**

Para realizar as análises morfométricas e fisiométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Caiapó, empregaram-se a revisão de literatura, técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, utilizando-se das ferramentas contidas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), por meio, do software ArcGIS e SPRING, aplicado à modelagem de dados. A base de dados cartográficos foi adquirida por download gratuito junto a órgãos de planejamento local, Secretaria do Planejamento do Estado de Tocantins.

### **2.1. Área de estudo**

A bacia Hidrográfica do Rio Caiapó encontra-se inserida em cinco municípios tocantinenses: Abreulândia, Araguacema, Caseara, Divinópolis do Tocantins e Marianópolis do Tocantins (Figura 1). Afluente da margem direita do Rio Araguaia, e também pertencente à bacia do Rio Araguaia – Tocantins, a bacia hidrográfica do Rio Caiapó apresenta uma área de 5.382,1 km<sup>2</sup>.



**Figura 1:** Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Caiapó.

Os principais tributários do Rio Caiapó são: Rio Caiapozinho, Ribeirão Grotão, Córrego Buriti, Córrego Marajá, Ribeirãozinho, Ribeirão Areia, Ribeirão Grande, Ribeirão Pirainha, Ribeirão Santana e Córrego Bacana.

### 2.1.2. Principais usos da bacia

De acordo com Yassuda (1993) apud PORTO *et al.* (2008), “a bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural”. A sub bacia do rio Caiapó está inserida na bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia, região esta que tem por predominância o uso de seus recursos para o abastecimento populacional, a dessedentação animal e o uso na atividade agropecuária.

O rio Caiapó localiza-se na área de preservação ambiental da Ilha do Bananal e Parque Estadual do Cantão, devido a isso não há em seu entorno grandes contingentes populacionais ou atividades industriais. A maior cidade próxima a utilizar seus recursos é o município de Araguacema, com área de 2.778 km<sup>2</sup> e população estimada em 6.791 (IBGE, 2014).

Além do abastecimento populacional de cidades e comunidades próximas, há na região a predominância da atividade agropecuária fazendo uso das águas da bacia para irrigação de plantações e canais.

A Agência Nacional de Águas (ANA) “refere à região hidrográfica do Tocantins-Araguaia como apresentando grande potencialidade para a agricultura irrigada, especialmente para o cultivo de frutíferas, de arroz e outros grãos (milho e soja). Atualmente, a necessidade de uso de água para irrigação corresponde a 62% da demanda total da região. A área irrigável (por inundação e outros métodos) é estimada em 230.197 hectares”.

As atividades realizadas no entorno do rio caiapó, ainda que não sejam tão intensas, tornam a água como um dos recursos mais impactados. Os agrotóxicos usados no controle de pragas são um dos principais poluentes para o meio, destruindo indiferentemente espécies nocivas e úteis.

O desenvolvimento da agricultura tem contribuído para a poluição do solo e das águas. Fertilizantes sintéticos e agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas), usados em

quantidades abusivas nas lavouras, poluem o solo e as águas dos rios, onde intoxicam e matam diversos seres vivos dos ecossistemas (PEREIRA, 2004).

### 2.1.3. Características Climatológicas e Ambientais

Segundo a classificação de Thornthwaite, o clima na Região demarcada da bacia é do tipo C2 (Subúmido), com moderada deficiência de água no inverno (w), megatérmico ( $A' - \text{volume anual do índice térmico é superior a } 1.140 \text{ mm}$ ), a' isto quer dizer que a evapotranspiração potencial observada durante a estação do verão representa menos de 48% do total anual (SOUSA *et al.* 2009). Assim sendo, o clima da área da bacia pode ser definido pela seguinte fórmula: C2wA'a' (Figura 3).

A precipitação média anual da Bacia Hidrográfica em estudo varia entre 2.000 mm e 2.100 mm em alguns pontos e em outros ultrapassa 2.200 mm (Figura 5). Segundo CARVALHO e SILVA (2006) “a determinação do balanço hídrico de uma bacia hidrográfica, pode ser feito com base em um temporal isolado, com base em totais anuais, etc”. No presente trabalho, foram utilizados o software ArcGIS. Porém, esses valores podem ser obtidos por modelos matemáticos, por exemplo, o método das médias aritméticas (equação 1).

$$P_x = \frac{1}{n} (PA + PB + PC)$$

Px: precipitação

n: número de estações pluviométricas

PA, PB, PC: precipitação no ponto A, B e C.

(1)

De acordo com CARVALHO e SILVA (2006) Este método só deve ser utilizado em regiões hidrologicamente homogêneas, isto é, quando as precipitações normais anuais dos postos não diferirem entre si em mais de 10%.

Os solos Predominantes na Bacia do Rio Caiapó são o Gleissolos (GX), Latossolo Vermelho (LV), Latossolo Vermelho-amarelo (LVA), Neossolos (RQ) e Plintossolos (FF).

Gleissolos – “São solos característicos de áreas alagadas ou sujeitas a alagamento (margens de rios, ilhas, grandes planícies, etc.). Apresentam cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, dentro de 50 cm da superfície. Podem ser de alta ou baixa fertilidade natural e têm nas condições de má drenagem a sua maior limitação de uso. Ocorrem em praticamente todas as regiões brasileiras, ocupando principalmente as planícies de inundação de rios e córregos” (IBGE, 2007).

Latossolos – “São, em geral, solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos. Ocorrem, todavia, solos com saturação por bases média e até mesmo alta; encontrados geralmente em zonas que apresentam estação seca pronunciada, semi-áridas ou não, ou ainda por influência de rochas básicas ou calcárias” (EMBRAPA, 2006 p. 82).

Neossolos – “Solos constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso (menos de 30 cm de espessura), sem apresentar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico [...]” (IBGE, 2007).

Plintossolos – “Compreende solos minerais, formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados [...]. Predominantemente são solos fortemente ácidos, com saturação por bases baixa e atividade da fração argila baixa” (EMBRAPA, 2006 p. 89).

## 2.2. Morfometria da bacia hidrográfica do Rio Caiapó

A partir da delimitação da área da bacia, obtiveram-se diferentes características físicas, como: coeficiente de compacidade, fator de forma, densidade de drenagem e ordem dos cursos d'água. Para determinar os comprimentos dos rios – principal (Caiapó) e afluentes – utilizou-se o software SPRING.

### 2.2.1. Coeficiente de Compacidade (Kc)

Índice de forma relaciona o perímetro da bacia à circunferência de um círculo de mesma área. É um número adimensional que varia de acordo com a forma da bacia. Quanto mais irregular for à bacia, maior será o coeficiente de compacidade e quanto mais próxima da unidade ( $k=1$ ), mais a bacia se assemelha a um círculo. O Kc é determinado por:

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \begin{array}{l} A: \text{área da bacia} \\ P: \text{perímetro da bacia} \end{array} \quad (2)$$

### 2.2.2. Fator de Forma (F)

Esse índice corresponde à razão entre a largura média da bacia o seu comprimento axial. Relaciona a forma da bacia com um retângulo. O F é determinado por:

$$F = A/L^2 \quad (3)$$

### 2.2.3. Densidade de drenagem (Dd)

Esse índice indica a eficiência da drenagem na bacia. É definida pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água e a área de drenagem. Quanto mais eficiente o sistema de drenagem, ou seja, quanto maior a densidade de drenagem da bacia, mais rapidamente a água do escoamento superficial originada da chuva chegará à saída da bacia. O Dd é determinado por:

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

### 2.2.4. Ordem dos Cursos d' água

Para a classificação dos cursos d'água no trabalho em questão, utilizaram-se os critérios apresentados por Strahler (1957), em que, os canais sem tributários são designados de primeira ordem. De acordo com Silveira (2001) apud SIQUEIRA (2012) “os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem. Os canais de terceira ordem originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente”.

## 3. RESULTADO E DISCUSSOES

Na tabela a seguir são caracterizadas as informações morfométricas da bacia do Rio Caiapó, localizada no sudoeste do estado do Tocantins.

<b>Características Morfométricas</b>	<b>Valores</b>
Área da Drenagem (km <sup>2</sup> )	5431,97
Perímetro Total (km)	465,99
Comprimento do curso d'água principal (Km)	208,09
Densidade de drenagem (Dd)	0,18
Fator de forma (F)	0,12
Largura média da Bacia (km)	53,11
∑ cursos d'água da bacia (km)	1031,6
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,77
Ordem dos cursos d'água principal no exultório	4ª ordem

**Tabela 1:** Informações morfométricas da bacia.

Um Fator de Forma muito baixo caracteriza uma bacia comprida, sendo menos propensa a enchentes (Villela e Matto, 1975 *apud* MACIEL, 2013). Porém, apesar do fator de forma da bacia do rio Caiapó apresentar-se baixo (0,12), pela proximidade com o rio Araguaia e as condições topográficas lineares do terreno, é comum apresentar alagamentos em épocas chuvosas, devido à dificuldade do solo drenar a água com rapidez.

O Coeficiente de Compacidade (Kc) relaciona o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área. O resultado (1,77) se encontra distante do que seria o valor para uma forma circular (Kc = 1), de acordo SANTOS *et. al* (2012) “quanto maior a irregularidade da bacia maior será o coeficiente de compacidade caracterizando-a”.

Em relação à densidade de drenagem (0,18), a bacia se caracteriza como pobre. Segundo Christollet (1970) *apud* MACIEL *et. al* (2013), “os valores menores que 0,5 km/km<sup>2</sup> apresentam baixa densidade de drenagem”. Essa afirmação pode ser justificada também, por apresentar solos característicos de ambientes mal drenados.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado do Tocantins apresenta grande carência de trabalhos e informações sobre as bacias hidrográficas e a região onde estão inseridos rios de menor porte, o que dificulta o estudo hidrográfico dessas regiões.

Em relação à bacia do rio Caiapó, observa-se que seus recursos são utilizados principalmente para o abastecimento populacional e na agropecuária, com destaque para a irrigação de plantações. A morfometria sugere um corpo hídrico com capacidade de drenagem amena e forma irregular, sendo sujeita a breves alagamentos em épocas de chuva.

#### 5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

ANA, Agência Nacional de Águas. 2015. **Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/TocantinsAraguaia.aspx>>. Acesso em: 2 Mar. 2015.

ANDRADE, Bárbara Hollo de; BIAZI, Mayara Saragosa; OLIVEIRA, Paulo Tarso Sanches de; RODRIGUES Dulce BuchalaBicca, SOBRINHO, Teodorico Alves. **Caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica utilizando sistema de informações geográficas**. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

BRASIL. 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>. Acesso em: 25 Mar. 2015.

CARDOSO, Christiany Araujo; DIAS, Herly Carlos Teixeira; SOARES, Carlos Pedro Boechat and MARTINS, Sebastião Venâncio. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ.** *Rev. Árvore* [online]. 2006, vol.30, n.2, pp. 241-248. ISSN 0100-6762.

CARVALHO, Daniel Fonseca de; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. **Capítulo 4. Precipitação.** Disponível em: < <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap4-PPT.pdf>> Acesso em: 30 Mar. 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006. ISBN 85-85864-19-2. Disponível em: < <http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=17>>. Acesso em: 1 mar. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia,** Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. Ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2007. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103 -9598; n4).

LIMA, Walter de Paula. Análise física da bacia hidrográfica. LCF 678 - **Manejo de Bacias Hidrográficas.** 200?. Disponível em: <[http://www.fleb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula\\_1/Caracteristicas%20fisicas%20da%20bacia\\_foto%20piracicamirim.pdf](http://www.fleb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula_1/Caracteristicas%20fisicas%20da%20bacia_foto%20piracicamirim.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2015.

MACIEL, Girlene Figueiredo; FILHO, Gilberto Milhomem Marinho; DIAS, Ricardo Ribeiro; FILHO, Luiz Norberto Lacerda Magalhães; REZENDE, Cláudia da Silva Aguiar; FIGUEROA, Fernan Enrique Vergara; OLIVEIRA, Loester de Moura. **Avaliação de características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso – TO.** *Revista de Ciências Ambientais – RCA* (ISSN 1981-8858) Canoas, vol. 7, n. 1, 2013.