



## CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA DA BARRAGEM DO QUINCOÉ NO MUNICÍPIO DE ACOPIARA, CEARÁ, BRASIL

Anna Hozana Francilino<sup>1</sup>, Yasmin Alves da Silva<sup>1</sup>, Helba Araújo de Queiroz Palácio<sup>2</sup>, Mairton Gomes da Silva<sup>3</sup>, Eder Ramon Feitoza Ledo<sup>3</sup>, José Ribeiro de Araújo Neto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bolsista PIBICT/FUNCAP, Graduanda em Irrigação e Drenagem – IFCE Campus Iguatu. e-mail: annafrancel\_tid@yahoo.com.br; yasmin\_tid@hotmail.com

<sup>2</sup>Licenciada em Ciências Agrícolas, Dra., Profa. IFCE, Campus Iguatu-CE.

<sup>3</sup>Tecnólogo em Irrigação e Drenagem – IFCE Campus Iguatu. e-mail: mairtong@hotmail.com; eder\_ramon@hotmail.com

<sup>4</sup>Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, mestrando em Engenharia Agrícola (PPGEA/DENA/UFC). E-mail: junior.bg@bol.com.br

**Resumo:** As bacias hidrográficas são consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois, nessa óptica, é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as respectivas respostas da natureza. Diante disso, objetivou-se com este trabalho determinar as características morfométricas da barragem do Quincoé, localizada no município de Acopiara no Estado do Ceará. A determinação da área de drenagem da bacia foi realizada utilizando-se rotinas específicas do software IDRISE. A declividade e altura da bacia foram obtidas através do Modelo Digital de Elevação (MDE). Os perímetros e comprimento da bacia foram calculados com o auxílio de rotinas específicas do mesmo software. Ainda foram determinados os seguintes parâmetros morfométricos: fator de forma (F), coeficiente de compacidade (Kc), índice de circularidade (IC), ordem da bacia e densidade de drenagem (Dd). A área da bacia foi de 169,42 Km<sup>2</sup>, perímetro de 68,62 Km, comprimento da bacia de 14,88 Km, fator de forma de 0,77 (circular), coeficiente de compacidade de 1,48, índice de circularidade de 0,45 e densidade de drenagem de 1,10 Km Km<sup>-2</sup>. A bacia foi classificada de quinta ordem e apresenta tendências a enchentes em ocorrências anormais de precipitação. Na bacia predomina-se relevo do tipo suavemente ondulado a plano.

**Palavras-chave:** características morfométricas, escoamento superficial, relevo, SIG

### 1. INTRODUÇÃO

O termo bacia hidrográfica pode ser definido como a área de captação natural da água de precipitação, a qual drena a água por ravinas, canais e tributários, para um curso d'água principal, e tem a vazão numa saída, que deságua em um curso d'água maior, lago ou oceano.

A bacia hidrográfica deve ser considerada como uma unidade de trabalho quando se deseja a preservação dos recursos hídricos, já que as atividades desenvolvidas no seu interior têm influência sobre a quantidade e qualidade da água. Constitui-se na mais adequada unidade de planejamento para o uso e exploração dos recursos naturais, pois seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na área (RODRIGUES et al. 2008).

A delimitação de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais. Para isso, tem sido comum a utilização de informações de relevo em formato analógico, como mapas e cartas, o que compromete a confiabilidade e a reprodução dos resultados devidos à carga de subjetividade inerente aos métodos manuais. Com o advento e consolidação dos Sistemas de Informações Geográficas e, conseqüentemente, o surgimento de formas digitais consistentes de representação do relevo, como os Modelos Digitais de Elevação (MDEs), métodos automáticos para delimitação de bacias têm sido desenvolvidos desde então (GARBRUCH e MARTZ, 1999).

Segundo Lima e Zakia (2000), bacias hidrográficas são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Assim, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará em uma

mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

A caracterização morfométrica 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).

Vários trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar as características morfométricas de bacias hidrográficas, como por exemplo a caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz em Lavras – MG (PINTO et al., 2005); caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan em Nova Friburgo – RJ (CARDOSO et al., 2006); caracterização morfométrica da microbacia do córrego da Fazenda Glória em Taquaritinga – SP (RODRIGUES et al., 2008); caracterização fisiográfica da bacia do córrego Malheiro em Sabará – MG (CARVALHO et al., 2009); parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do riacho dos Namorados - PB (SILVA et al., 2012) e análise morfométrica de uma bacia hidrográfica Amazônica em Carlinda – MT (UMETSU et al., 2012).

Objetivou-se com este trabalho determinar as características morfométricas da bacia hidrográfica da barragem do Quincoé, localizada no município de Acopiara no Estado do Ceará.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A barragem do Quincoé está localizada no município de Acopiara, sendo responsável pelo abastecimento da sede do município. A pluviometria e a evapotranspiração potencial média anual da região é de 750 e 2.000 mm, respectivamente. O reservatório pertencente à Bacia do Alto Jaguaribe, na região Centro-Sul do Estado do Ceará (Figura 1).

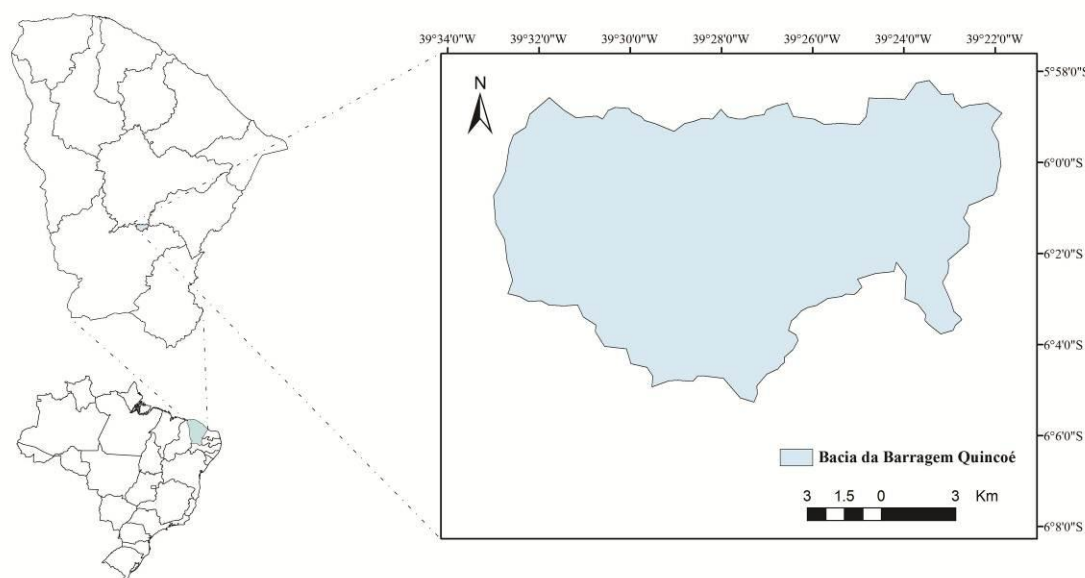


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica em estudo

### 2.2 Características morfométricas da bacia

A determinação da área de drenagem da bacia foi realizada utilizando-se rotinas específicas do software IDRISE. A declividade da bacia foi obtida através do Modelo Digital de Elevação (MDE). Os perímetros e comprimentos (axial e de cursos de água) foram calculados com o auxílio de rotinas específicas.



**a) Fator de forma:** Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão), podendo ser influenciada por algumas características, principalmente pela geologia. Podem atuar também sobre alguns processos hidrológicos ou sobre o comportamento hidrológico da bacia. O fator de forma pode ser descrito pela seguinte equação (VILLELA e MATTOS 1975).

$$F = \frac{A}{L^2} \quad [\text{Eq. 01}]$$

em que: F – fator de forma, adimensional; A – área de drenagem, Km<sup>2</sup>; L – comprimento da bacia, Km.

**b) Coeficiente de compacidade:** Relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da bacia (CARDOSO et al., 2006). Esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual a uma unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a um, podendo ser calculado na seguinte equação (VILLELA & MATTOS 1975).

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad [\text{Eq. 02}]$$

em que: Kc – coeficiente de compacidade, adimensional; P – perímetro da bacia, Km.

**c) Índice de circularidade:** Simultaneamente ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para unidade à medida que a bacia aproxima-se a forma circular e diminui a medida que a forma torna alongada, segundo a equação abaixo:

$$IC = 12,57 \frac{A}{P^2} \quad [\text{Eq. 03}]$$

em que: IC – índice de circularidade, adimensional; A e P, citadas acima.

**d) Ordem da bacia:** A ordem dos cursos d'água pode ser determinada seguindo os critérios introduzidos por Horton (1945) e Strahler (1957). Utilizou-se neste trabalho a classificação apresentada por Strahler, em que os canais sem tributários são designados de primeira ordem. 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 (SILVEIRA, 2001). A junção de um canal de dada ordem a um canal de ordem superior não altera a ordem deste.

**e) Densidade de drenagem:** O sistema de drenagem é formado pelo rio principal e seus tributários. Seu estudo indica a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, sendo, assim, o índice que indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia, sendo expressa pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede, sejam eles perenes, intermitentes ou temporários e a área total da bacia (CARDOSO et al., 2006).

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad [\text{Eq. 04}]$$

em que: Dd - densidade de drenagem, km km<sup>-2</sup>, Lt - comprimento total de todos os canais (km) A - área de drenagem km<sup>2</sup>.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO



A caracterização da bacia hidrográfica da barragem do Quincoé no município de Acopiara - CE, apresenta-se uma bacia de quinta ordem, segundo a hierarquia de Strahler (1957). A área de drenagem da bacia é de 369,42 km<sup>2</sup>, perímetro de 68,62 km e comprimento da bacia de 14,88 Km (Tabela 1).

Pode-se verificar que a bacia hidrográfica mostra-se suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, pelo fato do fator forma (F) apresentar valor de 0,77, indicando que a bacia apresenta forma circular. Verificou-se coeficiente de compacidade de 1,48 e índice de circularidade de 0,45. Em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal (CARDOSO et al., 2006).

A densidade de drenagem encontrada na bacia foi de 1,1 km km<sup>-2</sup>, que e acordo com Villela e Mattos (1975) citado por Cardoso et al. (2006), 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 regular capacidade de drenagem.

Tabela 1 - Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica da barragem do Quincoé, Acopiara - CE

Parâmetros	Resultados
Área (Km <sup>2</sup> )	169,42
Perímetro (Km)	68,62
Comprimento do rio principal (Km)	21,86
Comprimento total dos rios (Km)	186,98
Comprimento da Bacia (km)	14,88
Coeficiente de Compacidade (Kc)	1,48
Fator de Forma (F)	0,77
Índice de Circularidade (IC)	0,45
Densidade de Drenagem (Km Km <sup>-2</sup> )	1,10
Ordem (Strahler)	5 <sup>a</sup>
Altitude Máxima (m)	794,71
Altitude Mínima (m)	305,57
Altitude Média (m)	369,44
Declividade Máxima (%)	68,18
Declividade Mínima (%)	0,00
Declividade Média (%)	6,17

A Figura 2b apresenta o comportamento espacial da altitude, com máxima de 794,71, mínima de 305,57 e média de 369,44 m. Na Figura 2a apresenta o mapa de declividade da bacia.

Analisando a declividade do terreno da bacia, verifica-se predominância das classes de relevo suavemente ondulado e plano, conforme a classificação da EMBRAPA (1979), com valores de 36,66% (62,11 Km<sup>2</sup>) e 34,01% (57,61 Km<sup>2</sup>) da área total da bacia, respectivamente. Para a classe de relevo fortemente montanhoso a percentagem é igual a zero, ou seja, a bacia não apresenta relevo classificado nessa classe (Tabela 2).

A classe de relevo da bacia classificada como ondulado, apresenta 17,60% da área total da bacia (29,81 Km<sup>2</sup>), enquanto que a classe classificada como relevo fortemente ondulado corresponde em relação ao total da área da bacia 7,33% (12,42 Km<sup>2</sup>). A classe de relevo montanhoso corresponde em 4,40% (7,45 Km<sup>2</sup>).

O relevo exerce influencia no perfil do solo, nas relações de precipitação e deflúvio da bacia hidrográfica devido ao aumento da velocidade do escoamento superficial, reduzindo a possibilidade da infiltração de água no solo (CARDOSO et al., 2006; COUTINHO et al., 2011).

Tabela 2 – Distribuição das classes de declividade da bacia hidrográfica da barragem do Quincoé em Acopiara – CE, segundo a EMBRAPA (1979)

Declividade (%)	Discriminação	%	Área (Km <sup>2</sup> )
0 a 3	Relevo plano	34,01	57,61
3 a 8	Relevo suavemente ondulado	36,66	62,11
8 a 20	Relevo ondulado	17,60	29,81
20 a 45	Relevo fortemente ondulado	7,33	12,42
45 a 75	Relevo montanhoso	4,40	7,45
> 75	Relevo fortemente montanhoso	0,00	0,00

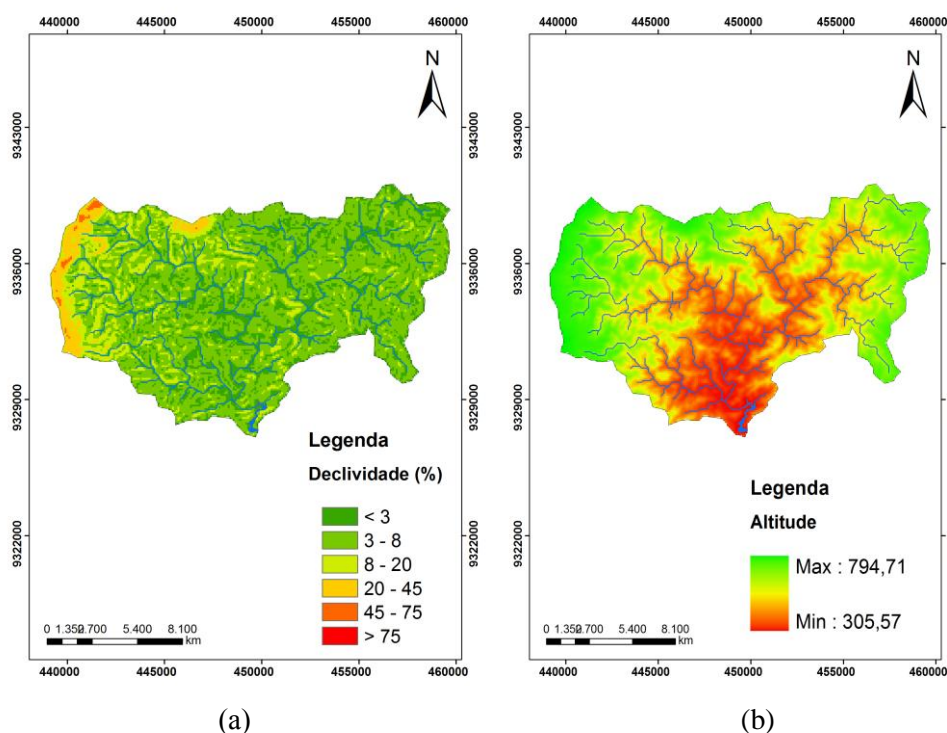


Figura 2 – Distribuição das classes de declividade (a) e altitude (b) da bacia da barragem Quincoé, Acopiara – CE.

## 6. CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica em estudo apresenta tendências a enchentes, em decorrência de sua forma circular. Na bacia predomina-se relevo do tipo ondulado a plano.

## REFERÊNCIAS

CARDOSO, C. A. DIAS, H. C.; 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.

CARVALHO, W. M.; VIEIRA, E. O.; ROCHA, J. M. J.; PEREIRA, A. K. S.; CARMO, T. V. B. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do córrego do Malheiro, no município de Sabará-MG. Revista *Irriga*, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 398-412, 2009.



COUTINHO, M. L.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; ZANETTI, S. S.; GARCIA, G. O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo, ES. *Revista Irriga, Botucatu*, v. 16, n. 4, p. 369-381, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Súmula da 10ª reunião Técnica de Levantamento de Solos*. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

GARBRECHT, J.; MARTZ, L. W. Digital elevation model issues in water resources modeling. ESRI, *USERS CONFERENCE*, 19. 1999, San Diego. **Proceedings...** San Diego: 1999. CD-ROM.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc America Bulletin*, v. 3, n. 56, 1945.

LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p. 33-43.

PINTO, L. V. A.; FERREIRA, E.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. *Revista Cerne, Lavras*, v. 11, n. 1, p. 49-60, jan./mar. 2005.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do córrego da fazenda Glória, município de Taquaritinga, SP. *Revista Irriga, Botucatu*, v. 13, n. 3, p. 310-322, 2008.

SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R.; OLIVEIRA, S. D.; SANTOS, A. S. Determinação automática de parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do riacho dos Namorados-PB a partir de MDE. In: I INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING & IV WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 2012, Fortaleza, CE. **Anais...** Disponível em: <<http://www.inovagri.org.br/meeting/wp-content/uploads/2012/06/Protocolo235.pdf>> Acesso em: 03 de jul. 2012.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p. 35-51.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transaction of American Geophysical Union*, p. 913-920, 1957.

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 local. *Revista UNIARA*, n. 20, 2007.

UMETSU, R. K.; PEREIRA, N.; CAMPOS, E. M. F. P.; UMETSU, C. A.; MENDONÇA, R. A. M.; BERNASCONI, P.; CAMARGO, M. F. Análise morfométrica e socioambiental de uma bacia hidrográfica Amazônica, Carlinda, MT. *Revista Árvore, Viçosa-MG*, v. 36, n. 1, p. 83-92, 2012.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.