

## XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROLÓGICA DO RIO CAPIÁ COM AUXÍLIO DE SIG**

*Carlos Henrique Pereira Assunção Galdino<sup>1</sup>; Carlos Ruberto Fragoso Jr<sup>2</sup>; Josuelly Cristainy da  
Silva Souza<sup>3</sup>*

**RESUMO** – Os índices físicos das bacias e suas características são ferramentas importantes para o conhecimento dos processos hidrológicos que envolvem e auxiliam nos Planos Diretores, Projetos de Conservação e Outorgas. O entendimento desses parâmetros está relacionado aos conhecimentos da Hidrografia e Hidrologia. Com base nisso, este trabalho visa caracterizar a bacia do rio Capiá, localizada entre os estados de Pernambuco e Alagoas, região Nordeste do Brasil, determinando seus índices físicos e fazendo as devidas avaliações referentes a cada parâmetro encontrado. A metodologia utilizada é a leitura de imagens de satélite, onde são determinados esses parâmetros por meio de geoprocessamento. Os resultados obtidos permitem uma visão geral das características de relevo e da rede de drenagem da bacia do Capiá.

**ABSTRACT** – The Physical characteristics of watersheds are important tools for the understanding of hydrological processes that involve Planning, Design and Conservation of these systems. Understanding these parameters is related them to knowledge of the watershed's hydrological processes. This study aims to characterize the river basin Capiá, located between the states of Pernambuco and Alagoas, northeastern Brazil, to determine their physical indices and evaluate each parameter found. The methodology data from remote sensin, where these parameters are determined through GIS tools.

**Palavras-Chave** – caracterização de bacia, índices físicos, geoprocessamento, bacia Capiá.

<sup>1</sup> Graduando do curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Campus A.C. Simões – Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro dos Martins – Maceió – AL, CEP: 57072-970. E-mail: chpag2003@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Campus A.C. Simões – Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro dos Martins – Maceió – AL, CEP: 57072-970. E-mail: crubertofj@hotmail.com

<sup>3</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Campus A.C. Simões – Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro dos Martins – Maceió – AL, CEP: 57072-970. E-mail: josuelly@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente TUCCI (1997).

Para Villela e Mattos (1975), as características físicas de uma bacia hidrográfica são elementos de grande importância para o comportamento hidrológico, existindo uma estreita correspondência entre o regime hidrológico e estes elementos, sendo de grande utilidade prática seu conhecimento.

Barbosa *et al.* (2009) relata o avanço no desenvolvimento de estudos de caracterização de bacias utilizando sistemas de informação como ferramenta auxiliar, possibilitando avaliar cenários geográficos com rapidez e tornar mais ágil as tomadas de decisões. Um desses sistemas é o geoprocessamento que é um termo amplo, englobando diversas tecnologias de tratamento de manipulação de dados geográficos, usando programas computacionais (Santos *et al.*, 2000).

Santos (2006) aprova este método afirmando que os sistemas de informação geográfica (SIGs) compõem o tipo de estrutura mais importante viabilizando os estudos de geoprocessamento, onde este último opera sobre uma base de dados integrada possibilitando a execução de análises e cálculos que variam desde a álgebra cumulativa até a não cumulativa, permitindo a elaboração de mapas politemáticos e sínteses sobre os dados ambientais.

Desta forma o objetivo deste trabalho é fazer a caracterização física da bacia do rio Capiá, localizada no semiárido nordestino, através de imagens de satélite, as quais serão manipuladas em um SIG por meio do programa ArcGIS, versão 9.3 da ESRI.

A escolha desta bacia hidrográfica se justifica pela carência de estudos publicados da região, aliado ainda ao fato desta bacia estar inserida na região em que a disponibilidade hídrica é um obstáculo a seu desenvolvimento.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Rio Capiá está localizada entre os estados de Alagoas e Pernambuco, na região semiárida do Nordeste do Brasil, nos paralelos 8° 55' 27'' e 9° 40' 31'' de latitude sul e os meridianos 37° 19' 53'' e 37° 47' 38'' de longitude oeste, como mostra a Figura 1.

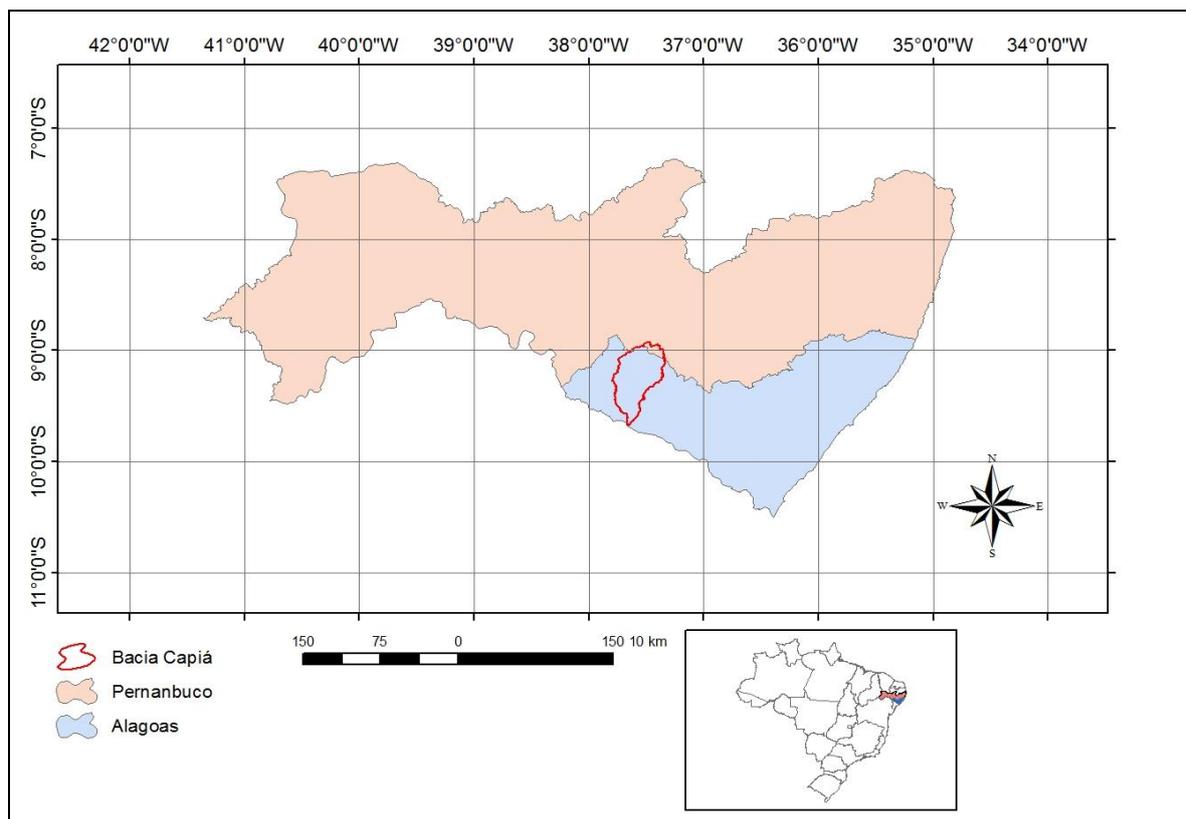


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Capiá.

Segundo a SEMARH (2007), a bacia possui uma área total de 2403 km<sup>2</sup>, compreendendo os Estados de Alagoas, com 2223 km<sup>2</sup>, e Pernambuco, com 180 km<sup>2</sup>.

O rio Capiá nasce no estado de Pernambuco, na cidade de Itaíba, atravessando o estado de Alagoas até desaguar no rio São Francisco, percorrendo um total de 97,3 km. A bacia do Capiá abrange os seguintes municípios: Itaíba (PE), Canapi (AL), Inhapi (AL), Maravilha (AL), Mata Grande (AL), Olho d'Água do Casado (AL), Ouro Branco (AL), Pão de Açúcar (AL), Poço das Trincheiras (AL), São José da Tapera (AL) e Senador Rui Palmeira (AL) e Piranhas (AL), onde desagua.

A bacia do Capiá foi objeto de estudo quando Silva *et al.* (2009) analisou as características pedológicas e a susceptibilidade à erosão na Bacia do Rio Capiá, através da aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG.

### 3. METODOLOGIA

A caracterização física da bacia foi realizada com o auxílio de um SIG através do software ArcMap 9.3 que está inserido no pacote ArcGis e de um conjunto de ferramentas chamado de ArcHydro. O ArcGis é um programa computacional voltado para o geoprocessamento usando como

fonte de análise as imagens de satélite (SIGs) com o objetivo de determinar informações geográficas. O modelo de dados ArcHydro é um dos programas desenvolvidos para facilitar a organização de dados de recursos hídricos utilizando o “princípio das bacias” e permite o acesso a informações hidrológicas (MAIDMENT, 2002).

### 3.1. Delimitação da bacia e da hidrografia

Segundo Tucci (1997) a bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório.

A delimitação da hidrografia foi determinada com a utilização da ferramenta ArcHydro **Terrain Processing / Stream Definition**. Segundo o manual do ArcHydro (2010), um valor padrão é mostrado para o limiar do rio. Esse valor representa 1% da área acumulada máxima: é o valor recomendado para o limiar da determinação da drenagem. Contudo, qualquer outro valor de limiar pode ser selecionado. Um valor menor de limiar irá resultar em uma rede de drenagem mais densa.

No intuito de gerar uma hidrografia base para o estudo foram realizados alguns testes onde foi escolhido o valor 1362 células, esse valor representa 0,25% da área acumulada máxima.

Para a delimitação da bacia foi utilizada a ferramenta ArcHydro **Watershed Processing / Basin Subwatershed Delineation**.

### 3.2. Cálculo da área e do perímetro

De acordo com Tucci (1997) a área (A) da bacia hidrográfica é um dado fundamental para definir a potencialidade hídrica da bacia hidrográfica, por que seu valor multiplicado pela lâmina da chuva precipitada define o volume de água recebido pela bacia.

O perímetro (P) da bacia é o comprimento da linha divisora de águas que circunda e limita a bacia hidrográfica.

O cálculo da área e do perímetro da bacia foram realizados com a ferramenta **Calculate Geometry** que encontra-se no programa ArcMap.

### 3.3. Comprimento dos cursos d'água

O sistema de drenagem é formado pelo rio principal e seus tributários. O comprimento total dos cursos d'água (Lt) é a soma do comprimento do rio principal e dos seus tributários.

O comprimento (L) do curso do rio principal foi calculado utilizando a ferramenta **Σ Statistics** que encontra-se no programa ArcMap.

### 3.4. Coeficiente de compacidade

Este parâmetro relaciona o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Segundo Villela (1975), 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. Portanto, caso não existam fatores que interfiram, nos menores valores de  $K_c$  indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes.

O coeficiente de compacidade ( $K_c$ ) foi determinado mediante a equação 1.

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

### 3.5. Fator de forma

Para Cardoso (2006), a forma da bacia, bem como a forma do sistema de drenagem, pode ser influenciada por algumas características, principalmente pela geologia. Complementando essa informação Villela (1975), afirma que uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior.

O fator de forma foi determinado pela equação 2.

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

### 3.6. Densidade de drenagem

Villela (1975) afirma que a densidade de drenagem é uma boa indicação para o grau de desenvolvimento de um sistema. Varia inversamente com a extensão do escoamento superficial e, portanto, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia.

A densidade de drenagem foi determinada pela equação 3.

$$D_d = \frac{L_t}{A} \quad (3)$$

Admite-se que a densidade de drenagem varie de 0,5 km/km<sup>2</sup> para bacias de drenagem pobre, a 3,5 km/km<sup>2</sup> ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas (VILELLA e MATTOS, 1975).

### 3.7. Modelo digital de elevação

O modelo digital de elevação foi criado a partir de dados SRTM no formato ASCII, onde foram convertidos para o formato RASTER no programa ArcMap pela ferramenta ArcToolBox **Conversion Tools/ To Raster / ASCII to Raster**.

### 3.8. Hipsometria

Para a construção da curva hipsométrica o MDE foi reclassificado em faixas variando de 99,75 e 99,75 m. O cálculo das áreas foi realizada pela opção **Spatial Analyst Tools / Zonal / Tabulate Area**.

## 4. RESULTADOS

Os resultados derivados de imagem SRMT apresentam informações de fundamental importância para o aprofundamento de estudos na bacia do rio Capiá.

A Figura 2 mostra a rede de drenagem obtidas através de SIG.

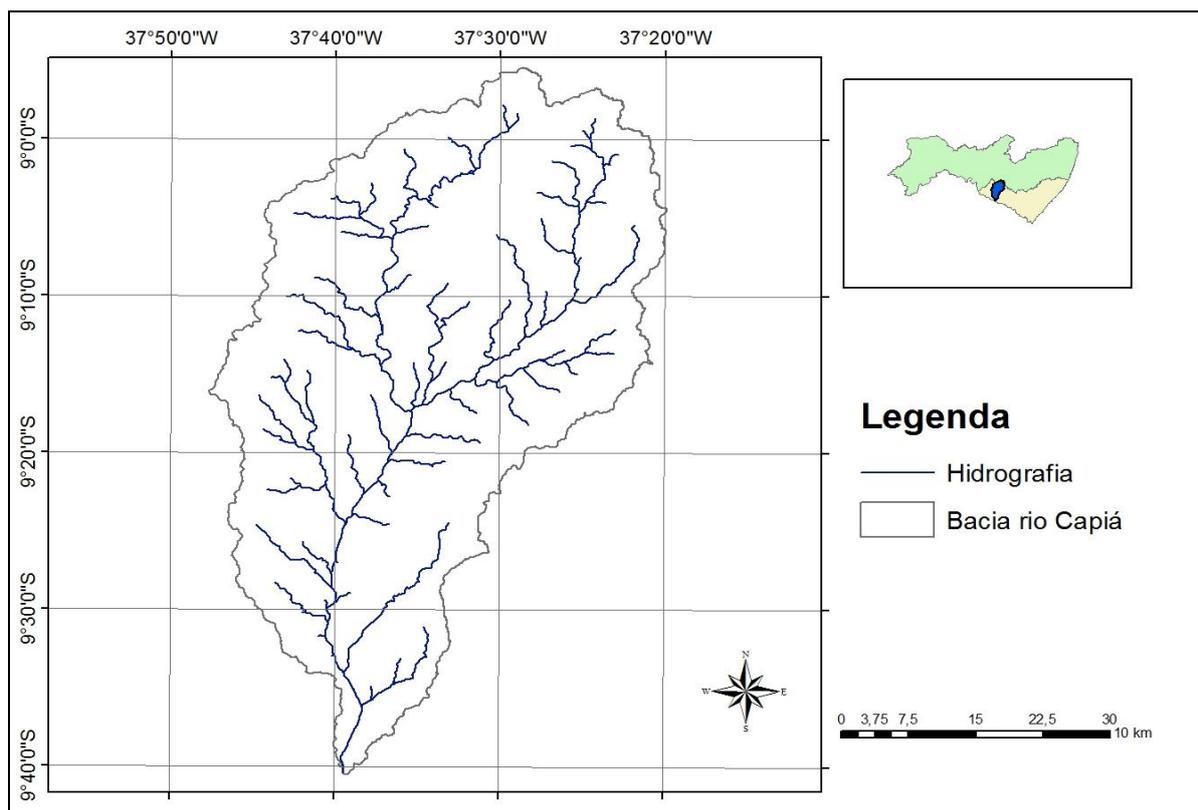


Figura 2 - Rede de drenagem da bacia do rio Capiá.

De acordo com os cálculos morfométricos realizados com o uso do software, a bacia hidrográfica do Capiá ocupa uma área de 2364,66 km<sup>2</sup>, perímetro de 340,92 Km e o curso do rio principal é de 97,3 km. Já o comprimento total dos cursos d'água (Lt) é de 534,08 km.

Pelos índices de forma encontrados, observa-se com relação ao valor de coeficiente de compacidade ( $K_c$ ), que a bacia está menos suscetível a enchente, uma vez que um  $K_c$  de 1,96 pode indicar uma bacia de forma mais alongada.

O fator de forma ( $I_c$ ) da bacia pode ser considerado baixo ( $I_c=0,25$ ), podendo-se inferir que há baixa propensão para enchente.

O valor da densidade de drenagem de  $0,23 \text{ km/km}^2$  é considerado baixo, conforme Vilela & Mattos (1975). Vale salientar que a bacia está localizada no semiárido, regiões de rochas permeáveis e de pouco volume.

A Figura 3 ilustra o MDE gerado para a bacia do rio Capiá, permitindo uma melhor avaliação do comportamento do relevo. As altitudes variam de 12 a 810 m com o predomínio de elevações entre 211,5 e 311,25 m e de 311,25 a 411,0 m.

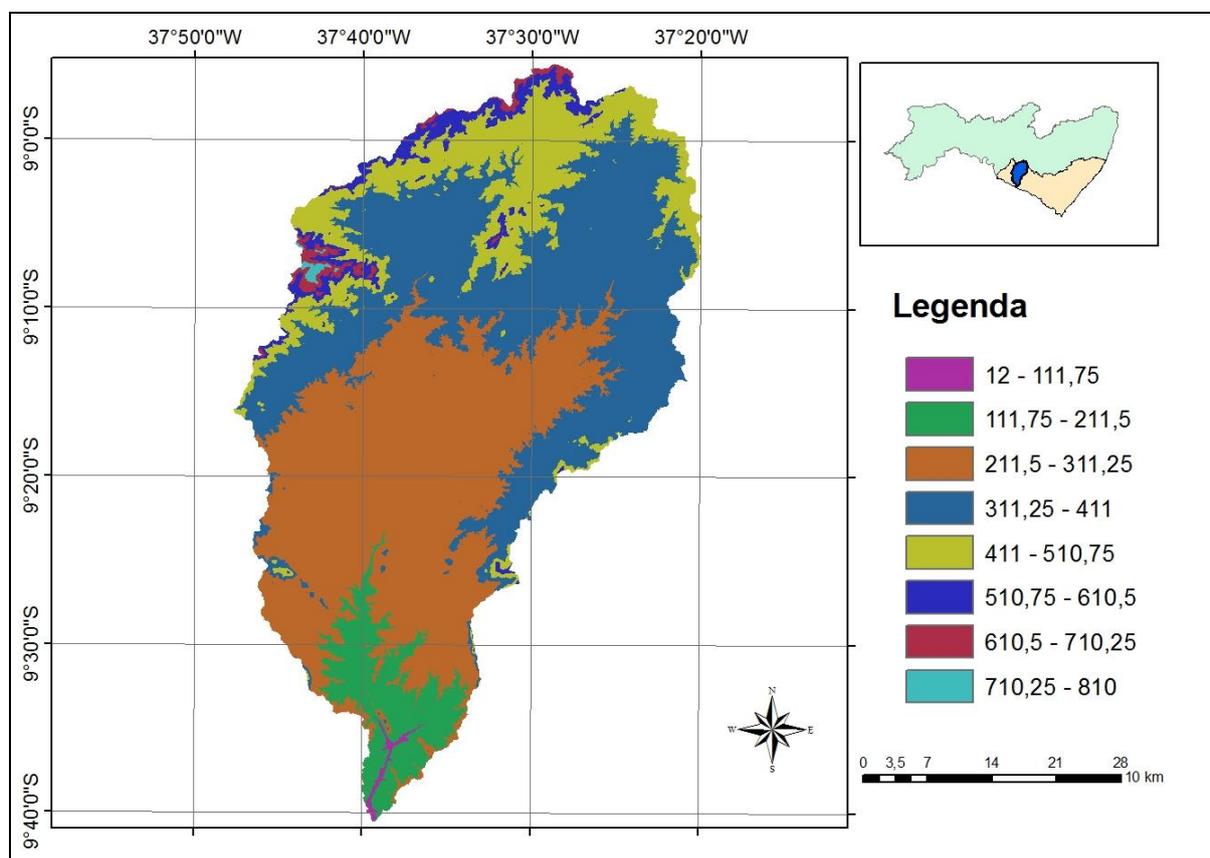


Figura 3 - MDE da bacia hidrográfica do rio Capiá

A Figura 4 representa a curva hipsométrica da bacia, onde a altitude mediana é de aproximadamente 321 m e a altitude ou elevação média da bacia é de 332,82 m.

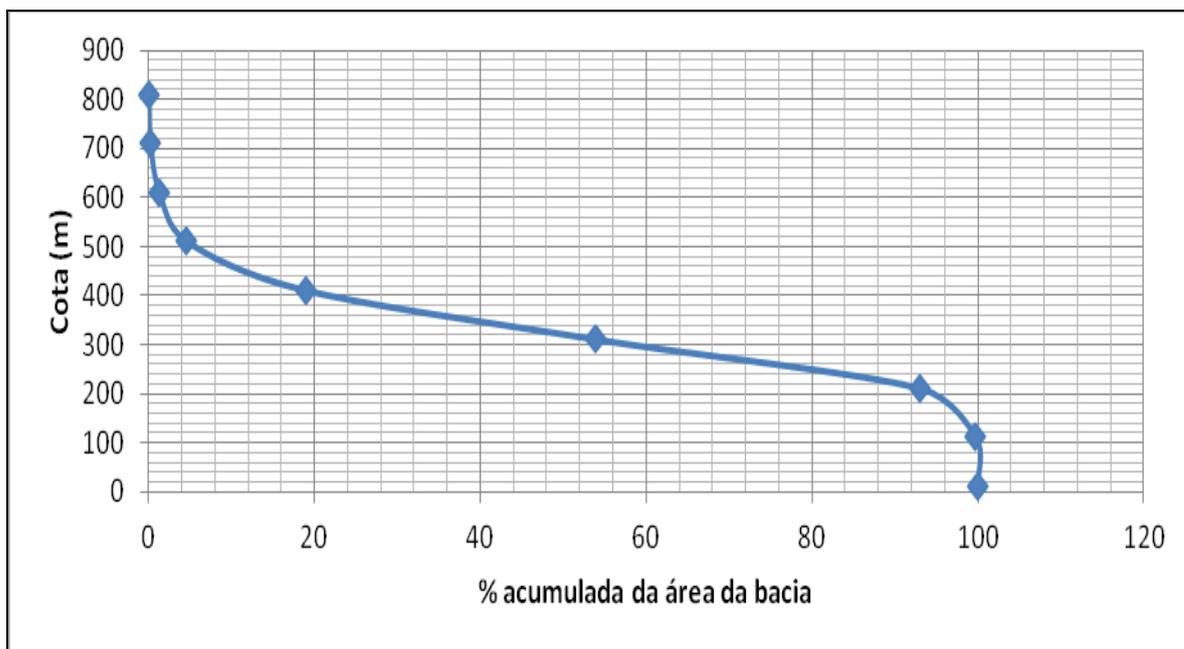


Figura 4 - Curva Hipsométrica da bacia do rio Capiá

Segue exposto, na Tabela 1, o resultado obtido para os índices.

Tabela 1 - Índices físicos.

PARÂMETRO	VALORES
Área (km <sup>2</sup> )	2364,66
Perímetro (km)	340,92
Comprimento do rio principal (km)	97,3
Coefficiente de compacidade (*)	1,96
Fator de forma (*)	0,25
Comprimento total de rios (km)	534,08
Densidade de drenagem (km/km <sup>2</sup> )	0,23

(\*) adimensional

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados, pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do rio Capiá mostra-se pouco propensa a enchentes em condições normais de precipitação, pelo fato de o coeficiente de

compacidade apresentar o valor elevado (1,96), tal fato pode ainda ser comprovado pelo baixo valor do fator de forma de 0,25.

A bacia, que possui altitude máxima de 810 m e altitude mínima de 12 m, tem 50% de sua área acima da cota 321 m e altitude média de 332,82 m.

As ferramentas do programa ArcHydro mostraram-se bastante eficiente na caracterização, com uma interface própria para bacias e de fácil utilização. O programa mostrou-se rápido na obtenção dos parâmetros, haja vista que era uma bacia pequena de 2364,66 km<sup>2</sup>.

## 6. BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, Y. B., LORANDI, R. *Estudo de vulnerabilidade da bacia do Ribeirão do Pântano: Ênfase ao tema Geologia*. VI Congresso de Meio Ambiente da AuGM. Universidade Federal de São Carlos. 2009

CARDOSO, C. A., DIAS, H. C. T., SOARES, C. P. B., MARTINS, S. V. *Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan*. Rev. Árvore vol. 30, n. 2, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Imagens SRTM*. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/>>, acesso em: 22 de maio de 2012.

MAIDMENT, D. R. *Arc Hydro: GIS for Water Resources*, ESRI Press, Redlands CA, 2002.

SANTOS, Alexandre R. dos, *Apostila de Geoprocessamento (impresso)*, 2006.

SANTOS, S. M; PINA, M. F. & CARVALHO, S. A. *Os Sistemas de Informações Geográficas*. In: Org: Carvalho, S. A.; Pina, M. F. & Santos, S. M. *Conceitos básicos de sistema de informação geográfica e cartográfica aplicado à saúde*. Organização Pan-americana da Saúde - Representação no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde, 2000. p.13-39.

SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos hídricos. *Regiões Hidrográficas*. Disponível em: < [http://www.semarh.al.gov.br/recursos\\_hidricos/regioes-hidrograficas](http://www.semarh.al.gov.br/recursos_hidricos/regioes-hidrograficas)>, acesso em: 22 de maio de 2012.

SILVA, R. M.; PAIVA, F. M. L.; SANTOS, C. A. G. **Análise do grau de erodibilidade e perdas de solo na bacia do rio Capiá baseado em SIG e Sensoriamento Remoto**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 2, n. 1, p. 26-40, 2009.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 1997. 943 p.

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