

## 1.0 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Coreaú possui uma área de drenagem de 10.633,66 km<sup>2</sup>, correspondente a 7% do território Cearense, engloba tanto a bacia drenada pelo Rio Coreaú e seus afluentes com 4.446 km<sup>2</sup>, como também o conjunto de bacias independentes e adjacentes. Esta Bacia é composta por 24 municípios e apresenta uma capacidade de acumulação de águas superficiais de 297.090.000 milhões de m<sup>3</sup>, num total de 10 açudes públicos gerenciados pela COGERH.

Bacia hidrográfica é definida como 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).

As bacias hidrográficas são consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois, a partir delas, é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as respectivas respostas da natureza (Guerra e Cunha, 1996). E ainda de acordo com os autores citados anteriormente, em nações mais desenvolvidas a bacia hidrográfica também tem sido utilizada como unidade de planejamento e gerenciamento, compatibilizando os diversos usos e interesses pela água e garantindo sua qualidade e quantidade. A Bacia estudada está localizada na porção norte - ocidental do Estado do Ceará e faz parte de uma bacia maior composta da área drenada pelo Rio Coreaú e seus tributários, além de microbacias que se abrem diretamente para o Oceano Atlântico.

A partir disso foi feita uma pesquisa em diversos sites de órgãos nacionais como o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos), FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) para se obter os dados necessários para se fazer o projeto hidrológico da Bacia Gangorra afim de se descobrir a caracterização física da bacia hidrográfica do reservatório Gangorra, caracterização física do reservatório Gangorra e caracterização climática da bacia hidrográfica Gangorra, após isso foram gerados gráficos e tabelas para melhor visualização e entendimento dos dados obtidos.

## 2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

As características do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica são importantes informações para a execução de medidas de conservação da terra e da água, permitindo orientar a adoção de ações sobre o planejamento ambiental (AHER; ADINARAYANA; GORANTIWAR, 2014).

As bacias hidrográficas são estudadas levando em consideração a sua drenagem e seus parâmetros geológicos, geomorfológicos, pedológicos, químicos, vegetais e antrópicos, conferindo a importância de investigar a sua estrutura e as interações na qual ela encontra-se delimitada (MAGESH et al., 2013).

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 (GARBRECHT e MARTZ, 1999).

Segundo Ferreira (1997), os Sistemas de Informações Geográficas podem ser considerados um instrumento para mapear e indicar respostas às várias questões sobre planejamentos urbano e regional, meio rural e levantamento dos recursos renováveis, descrevendo os mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente e auxiliando o planejamento e manejo dos recursos naturais de regiões específicas.

### 3.0 METODOLOGIA

A bacia hidrográfica Gangorra está localizada no município de Granja no estado do Ceará (Figura1), pertencendo a Bacia do Coreaú, esta bacia como dito anteriormente é composta por diversos municípios e dentre eles está a cidade de Granja onde se localiza o açude Gangorra construído em 1999, sobre o leito do riacho Gangorra, o açude tem capacidade para 62 milhões de metros cúbicos, possuindo uma vazão Q90 (m<sup>3</sup>/s) de 0,41, tem área de 110,98 Km<sup>2</sup> a largura da bacia é de 9,054 Km e possui um perímetro de 62,35 Km.



**Figura 1. Município de Granja no estado do Ceará**  
Fonte: Google Maps.

O projeto hidrológico da Bacia açude Gangorra (Granja-CE) foi realizado no período entre 08 de abril e 10 de junho de 2020, onde foram executados procedimentos no Softwares QGIS with GRASS e Excel afim de realizar a caracterização morfométrica da Bacia Gangorra.

Primeiramente obtiveram-se todas as cartas topográficas necessárias para o projeto no site TOPODATA (Banco de dados Geomorfométricos do Brasil) compatíveis com a articulação 1:250.000, após isso as informações foram trabalhadas no software QGIS para que elas pudessem gerar dados que podem ser trabalhados no Excel e a partir disso conseguimos obter diferentes características físicas, como: área da bacia, perímetro, largura da bacia, coeficiente de compacidade, fator de forma, declividade, altitude, densidade de drenagem e ordem dos cursos d'água.

Com esses dados obtivemos êxito em gerar os gráficos da curva hipsométrica e o histograma de frequência altimétrica, gráficos estes que foram gerados para o melhor entendimento e visualização dos dados trabalhados. As equações utilizadas para obtenção dos dados foram:

**Largura da bacia:**

$LB = \frac{A}{L}$ : Onde LB é a Largura da bacia (km), A é área(km<sup>2</sup>) e L Comprimento Máximo (Km);

**Fator Forma:**

$Kf = \frac{A}{L^2}$ : Onde Kf é o Fator forma, a A é Área(km<sup>2</sup>) e L Comprimento Máximo (Km);

**Desnível de Altitude:**

$DH = H_{max} - H_{min}$ : Onde o DH é o Desnível de altitude (m),  $H_{max}$  é a Altitude máxima(m) e  $H_{min}$  é a Altitude mínima(m);

**Coefficiente de Compacidade:**

$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$ : Kc é o Coeficiente de compacidade, o P é Perímetro (Km) e A é Área (Km<sup>2</sup>);

**Tempo de concentração:**

$tc = 57 \times Crp^{1,155} \times DH^{-0,385}$ : tc é o Tempo de concentração(horas), o Crp é o Comprimento do rio principal (km) e o DH é o Desnível de Altitude(m);

**Tempo de concentração:**

$tc = 3,989 \times Crp^{0,77} \times Sr^{-0,385}$ : tc é o tempo de concentração(horas), o Crp é o comprimento do rio principal(km) e Sr é a declividade do rio(m/m).

**4.0 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A bacia do açude gangorra se mostrou pequena em comparação a suas vizinhas, com uma área de apenas 107,27 Km<sup>2</sup> e perímetro de 60,72 Km, e seu maior afluente com 23,21 Km. O fator forma (Kf) e o Coeficiente de Compacidade (Kc), valores esses que determinam as chances de enchente em uma bacia, foram de 0,46 e 1,64 respectivamente, assim excluindo-se casos excepcionais de precipitação a bacia é pouco suscetível a enchentes (Tabela 1.), tendo um tempo de drenagem, sendo esse o tempo necessário para que toda a bacia seja drenada, de 6,87 horas pelo método Califórnia e 7,35 horas segundo o cálculo de Kirpich.

Tabela 1  
**Coefficientes de Compacidade e Fator Forma**

Valores / Kc		Valores / Kf	
1,00 – 1,25	Alta propensão a grandes enchentes;	1,00 – 0,75	Sujeito a enchentes.

1,25 – 1,50	Tendência mediana a grandes enchentes	0,75 – 0,50	Tendência mediana;
> 1,50	Não sujeita a grandes enchentes	< 0,50	Não sujeito a enchentes.

Nota. Fonte: Autor

#### 4.1 Características do Rio Principal

A drenagem da bacia (Figura 2) tem como seu principal afluente o Riacho Gangorra, com seus 23,213 Km de extensão, sendo a distância de sua nascente até a barragem de 14,2 Km, possui uma sinuosidade de 1,635 lhe atribuindo a característica de rio sinuoso. Tem um comprimento total de drenagem de 117,14 Km, possuindo uma densidade de drenagem de 1,092 Km/Km<sup>2</sup> se classificando como uma bacia com drenagem regular, tendo uma extensão de escoamento médio de 1,75 Km e ordem 4. O rio principal se estende da cota 92,046 m até a 30,394 m, e sua declividade é de 0,0027 m/m.

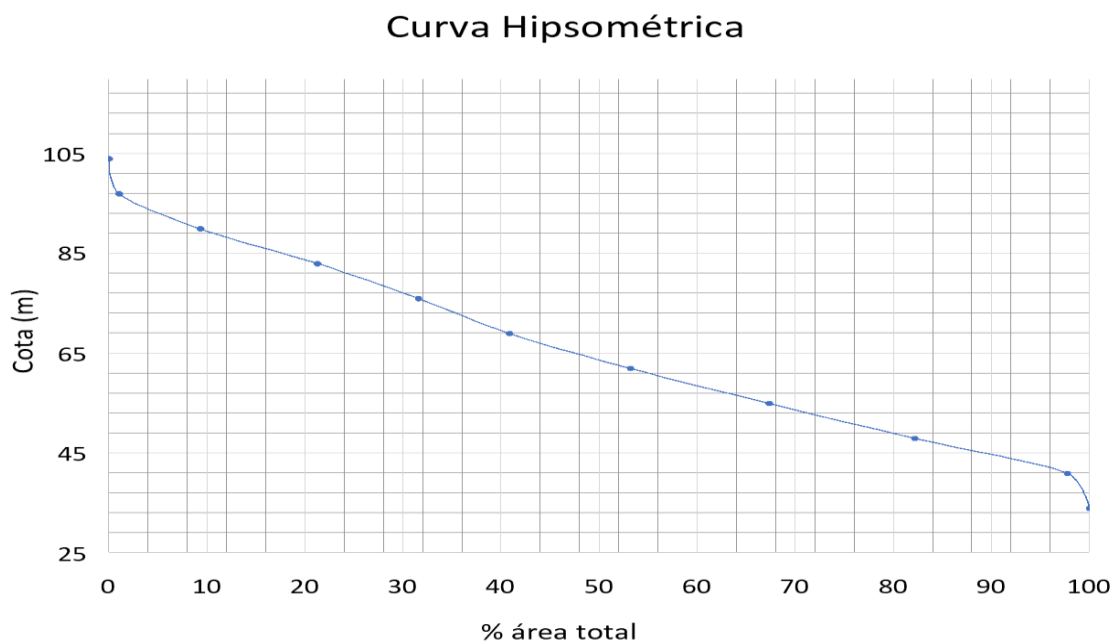


Figura 2: Drenagem da bacia

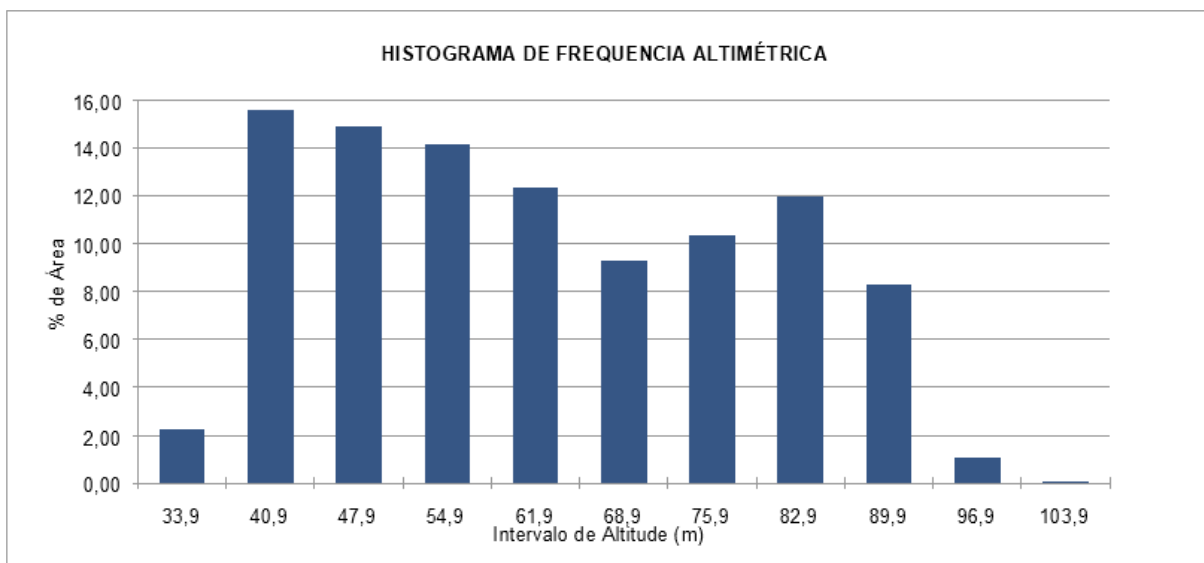
Fonte: Autor

#### 4.2 Relevo

Possuindo uma declividade média de 2,99%, com sua altitude variando de 103,7 m até 30,39 m em relação ao nível do mar, assim com uma altitude média de 62,24 m, mas apresentando uma maior frequência em 37,82 m, caracterizando-se como uma bacia velha (Gráfico 1).



**Gráfico 1. Curva Hipsométrica**  
Fonte: Autor



**Gráfico 2. Histograma de frequência altimétrica**  
Fonte: Autor

No Gráfico 2 podemos analisar que os principais patamares de altitude estão entre 40 e 90 m, demonstrando que a bacia é relativamente plana.

### 4.3 Características do Reservatório

Tabela 2

**Características Técnicas do Reservatório**

Características Técnicas			
Volume		Vazão	
V máx.	54,4 hm <sup>3</sup>	Q média	0,0539 hm <sup>3</sup> /dia
V mín.	6,02 hm <sup>3</sup>	Q máxima	4,24 hm <sup>3</sup> /dia



Variação do Volume	48,4 hm <sup>3</sup>	Pef(média)	0,502 mm
Volume 90%	12,79 hm <sup>3</sup>	Pef(máxima)	39,81 mm
Volume Morto	6,02 hm <sup>3</sup>	Q 90	12,79 hm <sup>3</sup> /ano
		Vazão Regularizada	0,41 m <sup>3</sup> /s
Sangradouro		Barragem	
Cota	38 m	Cota	41 m
Largura	40 m	Comprimento Coroamento	1033 m
		Bacia Hidráulica	10,26 km <sup>2</sup>

Nota. Fonte: FUNCEME

O volume mínimo foi adotado como o volume morto, devido à falta de dados, a Bacia Hidráulica entra em conflito com dados anteriores onde chegava a pouco mais de 13 km<sup>2</sup> em 2015 revelando o grau de assoreamento da bacia.

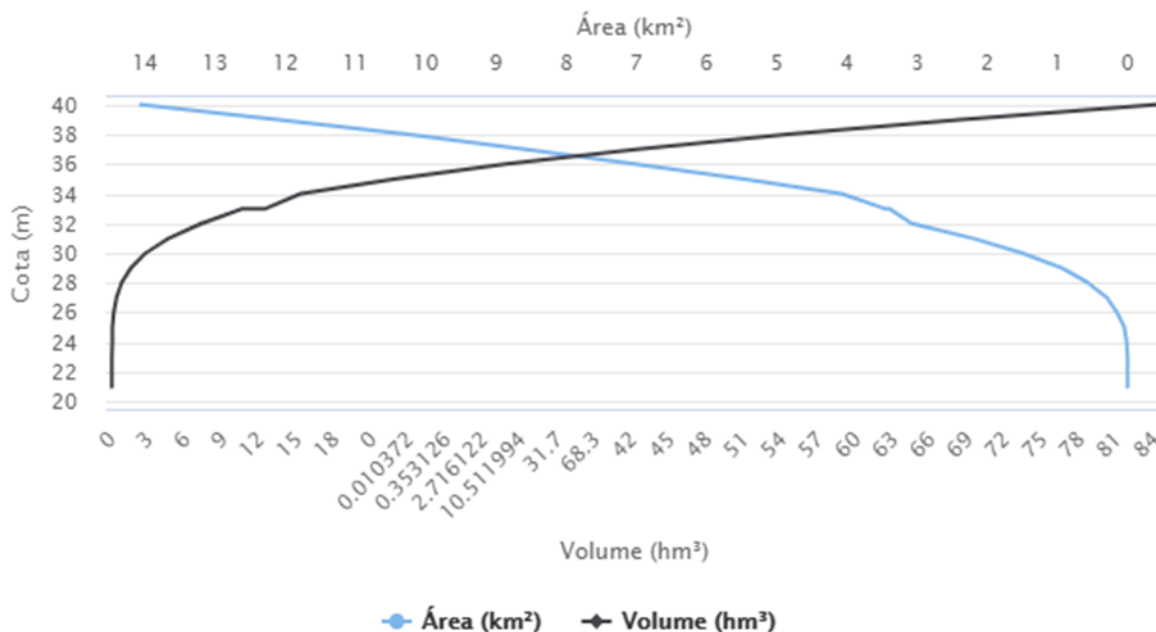


Gráfico 3. Cota, Área, Volume do reservatório

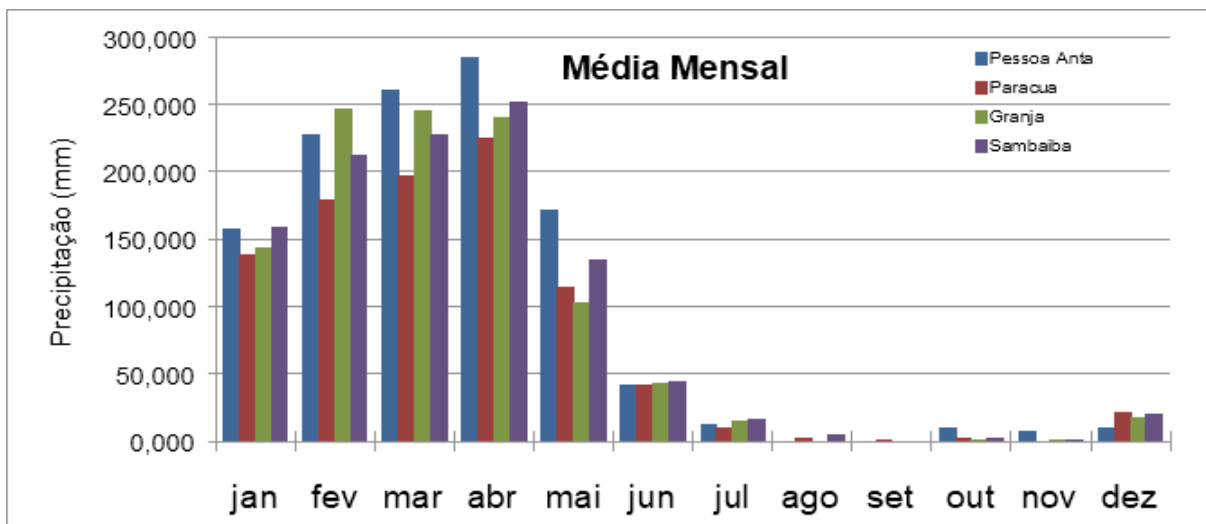
Fonte: FUNCEME

O Gráfico 3 se demonstra curioso, devido ao eixo do volume a partir do 18 hm<sup>3</sup> até os 42 hm<sup>3</sup> apresenta valores erráticos, apesar da linha do gráfico apresentar os valores reais. O gráfico possui valores máximos na altura da barragem avançando acima da linha de cota do sangradouro, nota-se também q inicialmente o reservatório eleva suas cotas mais rapidamente em volumes menores, demonstrando que o açude Gangorra é fundo, e distribuindo mais sua água a partir da cota 30 m onde para elevar-se precisa de volumes cada vez maiores.

#### 4.4 Precipitação

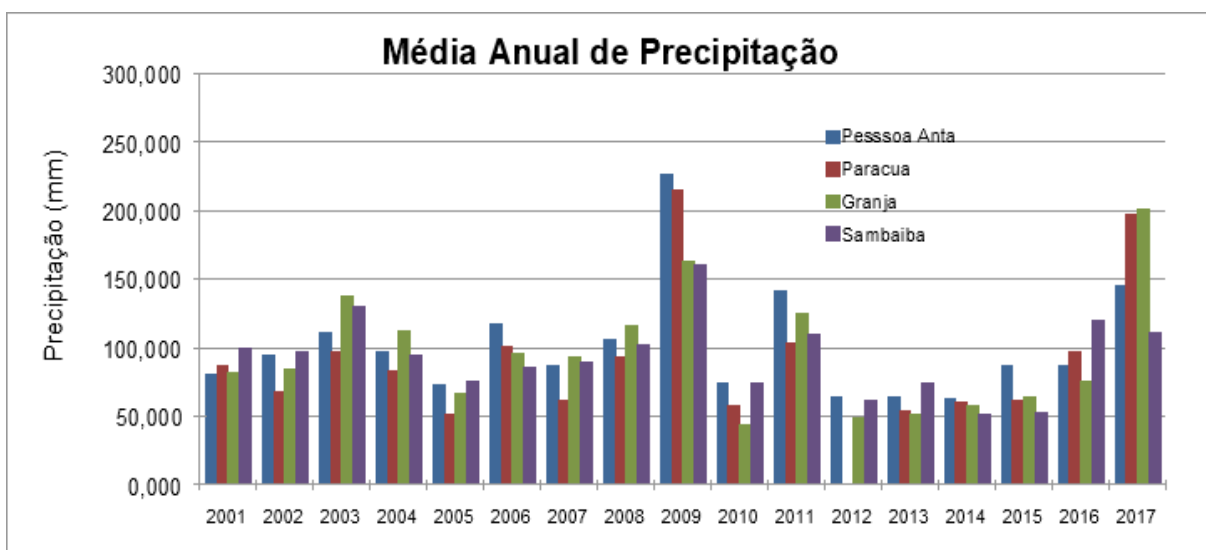
Foram analisados quatro posto pluviométricos aos arredores da bacia, sendo eles o do município de Granja (Posto 50), o de Sambaíba (Posto 634), Pessoa Anta (Posto 206) e Paracuã (Posto 533), o período analisado foi de 2001 a 2017, apesar de alguns postos apresentarem

períodos maiores, esse intervalo ficou mais sucinto para o estudo, por apresentarem uma menor perda de dados.



**Gráfico 4. Média Mensal**

Fonte: Autor



**Gráfico 5. Média Anual de Precipitação**

Fonte: Autor

A maioria das chuvas como se caracteriza no nordeste brasileiro, se concentra entre os meses de janeiro a junho (Gráfico 4), já na média anual a precipitação varia entre 50 e 150 mm tendo picos no ano de 2009 com quase 250 mm de máxima (Gráfico 5). Também vemos uma incrível proximidade entre as médias de precipitação de cada posto, mas o posto de Sambaíba se localizar perto das nascentes dos principais rios da Bacia Hidrográfica do Gangorra, fornecendo uma maior precisão e maior participação nas médias de chuvas sobre aquela bacia, conseguindo uma média mensal de 88,46 mm e anual de 96,74 mm.

## 5.0 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que em relação aos padrões de drenagem o Riacho Gangorra é classificado com uma drenagem regular, onde sua extensão de escoamento médio é de 1,75km. A bacia hidrográfica do riacho Gangorra é de ordem 4, sendo classificado como regular, onde possui uma caracterização morfométrica curta em comparação aos seus riachos vizinhos. A densidade de drenagem do riacho classificado como baixo e tem uma medida que é estimado de 1,092km/km<sup>2</sup>, podendo afirmar que a bacia que está sendo estudada apresenta menores riscos de grandes cheias em condições normais de pluviosidade anual, tendo em vista o período analisado foi de 2001 a 2017.

A bacia do Gangorra por esta localizada quase na região litorânea do Ceará, apresenta uma boa disponibilidade de chuvas, advindas da evaporação do mar, concentradas nos primeiros meses do ano caracterizando o clima da região nordeste. Apresentando essa boa disponibilidade de chuvas, o reservatório tende a ser uma excelente fonte de recursos hídricos para o município de Granja.

Os resultados obtidos no trabalho servem para possibilitar novas concepções quanto as medidas de planejamento programados e gestão de recursos hídricos, principalmente devido as informações para com a bacia serem muito escassas ou de difícil acesso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará.** Disponível em: <[http://atlas.srh.ce.gov.br/infraestrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd\\_acude=9&status=1](http://atlas.srh.ce.gov.br/infraestrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd_acude=9&status=1)>. Acesso em: 10/06/2020.
- Aher, PD, Adinarayana, J., & Gorantiwar, SD (2014). Quantificação da caracterização morfométrica e priorização para planejamento de manejo em trópicos semi-áridos da Índia: uma abordagem de sensoriamento remoto e SIG. *Journal of Hydrology*, 511, 850-860.
- CARDOSO, Christiany Araujo et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.
- COUTINHO, Luciano Melo et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio da Prata, Castelo, ES. **Irriga**, v. 16, n. 4, p. 369-369, 2011.
- DE PRESERVAÇÃO, I. A. N. Á., & DO, P. AÇUDE PÚBLICO CACHOEIRO-SOBRAL-CE.
- DE SOUZA FRAGA, Micael et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. **Nativa**, v. 2, n. 4, p. 214-218, 2014.
- FERREIRA, C. D. C. M. (1997). Zoneamento Agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos em Minas Gerais.
- 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.
- GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-339.
- LIKENS, G. E. Beyond the shoreline: a watershed ecosystem approach. *Verh. Internat. Verh. Limnol.*, v.22, p.1-22, 1984.
- MAGESH, N. S., Jitheshlal, K. V., Chandrasekar, N., & Jini, K. V. (2013). Geographical information system-based morphometric analysis of Bharathapuzha river basin, Kerala, India. *Applied Water Science*, 3(2), 467-477.



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.

SOUZA, C.G., et al. **Caracterização e manejo integrado de bacias hidrográficas**. Belo Horizonte: EMATER, 2002. 124p.

*The ecosystem approach: its use and abuse*. Oldenhorf/Luhe: Germany: Ecology Institute, 1992. 166p.

VOLLENWEIDER, R. A. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. Tech. Report. DAS/CSI6827, OECD, Paris, 1968.