

## CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE FIGUEIREDO DO ALTO SANTO/CE

*Wagner Bandeira da Silva<sup>1</sup>*

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA)  
[Wagnerbandeira2010@hotmail.com](mailto:Wagnerbandeira2010@hotmail.com)

*Joel Medeiros Bezerra<sup>2</sup>*

Orientador Professor Adjunto A da UFERSA, CMPF, DETEC  
[Joel.medeiros@ufersa.edu.br](mailto:Joel.medeiros@ufersa.edu.br)

*Caio Sérgio Pereira de Araujo<sup>3</sup>*

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA)  
[Caiosergio18@hotmail.com](mailto:Caiosergio18@hotmail.com)

### GESTÃO E MEIO AMBIENTE NO SEMIÁRIDO

#### **Resumo:**

A Bacia Hidrográfica do Açude Figueiredo do Alto Santo/CE (BHAFAS) está locada na Bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe, no Ceará, envolvendo os municípios da microrregião da Serra de Pereiro, estando situada numa região em que as condições de semiaridez são predominantes. Este trabalho teve como objetivo a determinação de parâmetros morfométrico da BHAFAS, buscando caracterizar sua fisiografia (geometria), relevo e drenagem, para o estudo do comportamento hidrológico da bacia. Foram utilizados para a delimitação automática da bacia o Modelo Digital de Elevação (MDE), a partir do projeto TOPODATA, obtido junto ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e utilizado o SIG gratuito e de linguagem aberta QGIS, com auxílio do plugin SAGA. Pelas características determinadas verifica-se que a bacia vertente em estudo denota um controle estrutural drenagem regular, com pouca tendência a grandes enchentes em condições normais de pluviosidade anual, devido a sua forma alongada e uma rede de drenagem bem distribuída ao longo da área da bacia, com topografia favorável ao escoamento superficial, com predominância de relevo suavemente ondulado.

**Palavras-chave:** Diagnóstico ambiental; Geotecnologias; Hidrologia; Morfometria

#### **01. Introdução**

A bacia hidrográfica ou a bacia de drenagem é formada pelo conjunto de canais fluviais, delimitados por terrenos adjacentes mais elevados, os quais formam uma rede de drenagem

constituída por diversos tributários e um rio principal, estes canais drenam terras desde suas nascentes, terrenos mais elevados, carreando sedimentos em suspensão, de fundo e substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas para o canal principal (CARVALHO & CASTRO, 2009).

Conforme Merten et al. (2011), uma bacia hidrográfica é formada por três diferentes compartimentos: a bacia vertente, o ambiente ciliar que, em muitos casos, é inexistente, e a calha fluvial que drena o fluxo de água (vazão) e os sedimentos produzidos nessa bacia.

Segundo Villela & Mattos (1975), as características físicas de uma bacia hidrográfica constituem elementos de grande importância para avaliação de seu comportamento hidrológico, pois, ao se estabelecer relações e comparações entre elas e dados hidrológicos podem-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais faltem essas informações. Segundo Christofolletti (1970), a análise de aspectos relacionados a drenagem, relevo e geologia pode levar à elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local

Logo, o estudo morfométrico de bacias hidrográficas é definido como a análise quantitativa das relações entre a fisiografia da bacia e a sua dinâmica hidrológica. A análise de parâmetros morfométricos tem grande importância nesses estudos, pois por meio da abordagem quantitativa, pode-se ter uma melhor noção do comportamento hidrológico, uma vez que, os parâmetros morfométricos são bons indicadores da capacidade de escoamento superficial (NUNES et al., 2006).

O Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) são ferramentas fundamentais para o mapeamento e extração de informações morfométricas das bacias hidrográficas, pois auxiliam na interpretação do espaço geográfico e obtenção de informações espaciais (BEZERRA et al., 2015a; BEZERRA et al., 2015b).

A BHAFAS enfrenta problemas provocados pelo uso dos recursos naturais, sendo que a mesma possui evidências de degradação ambiental acelerada e de desertificação, desta forma se faz necessário a gestão adequada dos seus recursos naturais na tentativa de minimizar os riscos desta problemática (SOUSA, 2012).

As bacias hidrográficas são unidades fundamentais para o gerenciamento dos recursos hídricos e para o planejamento ambiental, sendo identificadas como unidades de planejamento administrativo para fins de conservação dos recursos naturais (VITTALA et al., 2008; PEGADO, 2010).

Diante disso, o presente trabalho tem o objetivo de caracterizar morfometricamente a BHAFAS, buscando definir seus parâmetros fisiográficos (geometria), relevo e drenagem para o estudo do comportamento hidrológico da bacia.

## 02. Desenvolvimento

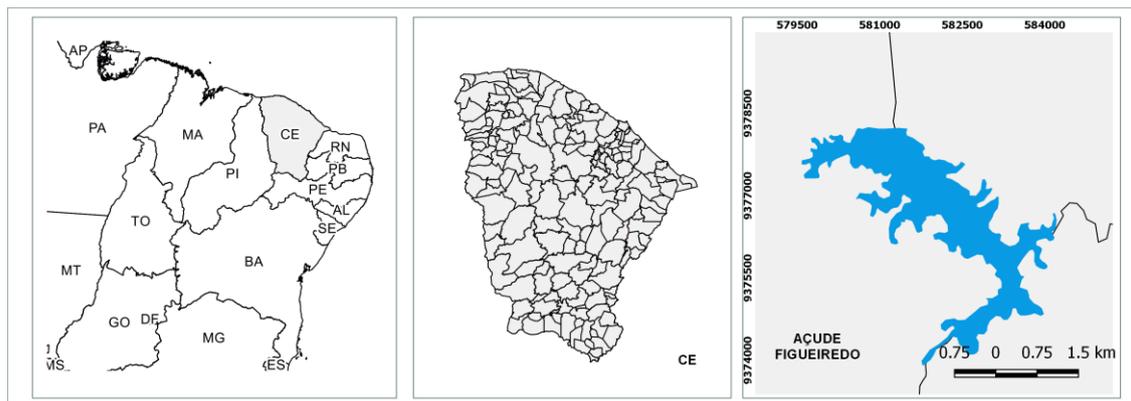
### 2.1. Metodologia

De acordo com Almeida (2015) o rio Figueiredo tem origem na serra do Bastiões, percorrendo os municípios de Ererê, Iracema e Alto Santo, onde é barrado pelo Açude do Figueiredo, daí segue ainda no município de Alto Santo, até o seu encontro com o Rio Jaguaribe, à jusante do açude Castanhão (**figura 1**).

O Açude Figueiredo foi uma obra realizada pelo Governo Federal junto ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), inaugurada em 2013, contando com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Situado nos municípios de Iracema e Alto Santo, a construção desse Açude objetiva o controle das cheias no Baixo Vale do Jaguaribe, a irrigação de 6 mil hectares e o abastecimento com suficiência de água para consumo humano e indústrias (DNOCS, 2013). O Açude Figueiredo constitui como o quinto maior reservatório artificial do estado do Ceará com capacidade de armazenar 519.600.000 m<sup>3</sup> de água (CEARÁ, 2011).

Em Alto Santo vários compartimentos geomorfológicos são notados: planície aluvial, superfície de aplainamento da Depressão Sertaneja, planalto sedimentar da Chapada do Apodi e maciços residuais de uma serra cristalina, no limite sudeste (CPRM, 1998).

Quanto ao clima, essa região assemelha-se às demais regiões semiáridas por apresentar volume de precipitações variando entre 400 a 800 mm, com média de 638,5 mm anuais acentuada irregularidade pluviométrica no tempo e no espaço e elevados índices de evapotranspiração (CEARÁ, 2010). A baixa nebulosidade e forte insolação (ANA, 2016; CPTEC, 2016, dados tomados a partir de 1911), acarretam um forte déficit hídrico na região.



**Figura 01** – Localização do Açude Figueiredo do Alto Santo/CE

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2017).

Os tipos de vegetação mais abundantes são a caatinga arbustiva (aberta e também a densa), a caatinga arbórea (ou floresta caducifólia espinhosa) e a mata ciliar ou floresta mista dicótilo-palmácea, onde domina a carnaúba (CPRM, 1988).

As análises espaciais foram realizadas através da ferramenta do Sistema de Informação Geográfica (SIG) gratuito e de linguagem aberta QGIS versão 2.14, juntamente com o complemento (plug-in) do algoritmo do GRASS, que consiste em um conjunto de ferramentas que permitem a delimitação de bacias hidrográficas e extração de redes de drenagem de maneira automática, rápida e objetiva, sendo determinado o reservatório do Açude Figueiredo como local de exutório.

Inicialmente realizou-se delimitação automática da bacia hidrográfica, em que foi manuseado o Modelo Digital de Elevação (MDE), a partir do projeto TOPODATA, obtido junto ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), com resolução espacial de pixel de 30 m, projeção UTM e elipsoide de referência datum horizontal World Geodetic System (WGS84), zona 24 Sul, referente as folhas 05S39\_ZN e 06S39\_ZN, a qual fornecem dados de altitude.

As análises espaciais foram realizadas através da ferramenta do Sistema de Informação Geográfica (SIG) gratuito e de linguagem aberta QGIS versão 2.14, juntamente com o complemento (plug-in) do algoritmo do SAGA, que consiste em um conjunto de ferramentas que permitem a delimitação de bacias hidrográficas de maneira automática, rápida e objetiva.

Para a análise morfométrica da BHAFAS foram trabalhadas cartas temáticas geradas a partir de imagens raster do MDE TOPODATA, citada anteriormente. Sendo utilizado da ferramenta SIG QGIS 2.14 para a manuseio do MDE, utilizando deste como entrada para a geração do mapa de declividade e definição dos tipos de relevos encontrados na área, sendo necessário adotar a

metodologia *Fill Sinks*, a qual serve para identificar e preencher as depressões da superfície no MDE, visando determinar a direção do fluxo e a divisão das microbacias com apenas um comando, conforme proposto por Wang e Liu (2006).

Foram trabalhadas as ferramentas de modelagem hidrológica disponíveis no QGIS plugin SAGA para inserir consistência da drenagem no MDE, bem como, refiná-lo para que o fluxo do escoamento superficial pudesse ser explorado na delimitação da bacia hidrográfica, no ordenamento da hidrografia e no posterior cálculo do número de segmentos de rios. A obtenção de comprimento total dos arcos da drenagem e hidrografia, bem como dos valores de altitude máxima e mínima, foi possível com o uso de ferramental estatístico do SIG.

Para a geração do mapa temático de declividade utilizou-se a ferramenta de análise de raster do QGIS, posteriormente com o auxílio do Plugin GRASS com o comando *r.recode*, foram refinados os dados de acordo com as classes de declividade segundo EMBRAPA (1979) (**tabela 01**)

Classes de Declividade (%)	Relevo
0 – 3	Plano
3 – 8	Relevo suavemente ondulado
8 – 20	Relevo ondulado
20- 45	Relevo fortemente ondulado
45 – 75	Relevo montanhoso
> 75	Relevo fortemente montanhoso

**Tabela 01** - Classificação da declividade segundo EMBRAPA (1979)

Por fim, foram calculados os parâmetros morfométricos da bacia analisada (**tabela 02**).

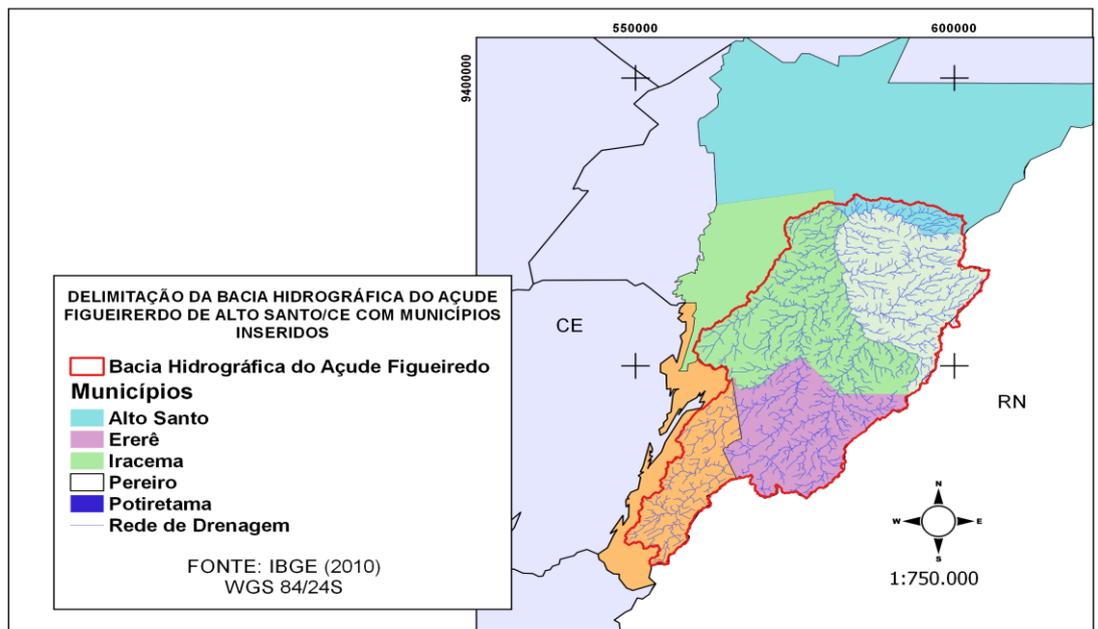
	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	Equação
Área de drenagem (A)	Área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos (km <sup>2</sup> )	A
Perímetro da bacia (P)	Linha imaginária que delimita a bacia através de um divisor de águas principal (km)	P
Fator de forma (F <sub>f</sub> )	Em que: A é a área de drenagem da bacia (km <sup>2</sup> ) e L o comprimento do curso d'água principal da bacia (km). Sendo avaliado conforme Villela e Mattos (1975).	$K_f = \frac{A}{L^2}$
Coefficiente de compacidade (K <sub>c</sub> )	Relaciona o perímetro da bacia com o perímetro de uma circunferência de área igual à da bacia, em que quanto mais próximo de 1, mais circular será a bacia e maior será sua capacidade de proporcionar grandes cheias (MELLO & SILVA, 2013).	$K_c = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$
Índice de circularidade (IC)	Tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a bacia tende a forma alongada (TONELLO et al., 2006).	$I_c = \frac{12,57A}{P^2}$
CARACTERÍSTICAS DO RELEVO		
Altitudes máxima e mínima da microbacia e maior e menor altitude do canal principal (H <sub>min</sub> ;	As altitudes foram expressas em metros.	H <sub>min</sub> ; H <sub>máx</sub> ; HC <sub>máx</sub> ; HC <sub>min</sub> ;

$H_{m\acute{a}x}; HC_{m\acute{a}x};$		
Amplitude altimétrica ( $\Delta H$ )	Diferença entre as altitudes máxima e mínima ocorrentes na bacia.	$\Delta H = H_{m\acute{a}x} - H_{m\acute{i}n}$
Declividade média da bacia (I)	Em que: I é a declividade média da bacia (%); D a equidistância vertical entre as curvas de nível (km); CN o comprimento total das curvas de nível (km), conforme Mello & Silva (2013)	$I = \frac{D}{A} \left( \sum_{i=1}^n CN_i \right) 100$
Declividade do curso d'água principal – álveo ( $I_{eq}$ )	Em que: $I_{eq}$ é a declividade equivalente ( $m \text{ km}^{-1}$ ); $\Delta H$ a amplitude altimétrica do curso d'água principal (m); e L é o comprimento do curso d'água principal (km), utilizado por Bezerra et al. (2015b).	$I_{eq} = \frac{\Delta H}{L}$
<b>CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DRENAGEM</b>		
Comprimento do curso d'água principal (L):	Geralmente é expresso em km.	L
Rede de drenagem (Rd)	Somatório dos comprimentos (em km) de todos os cursos d'água de uma bacia hidrográfica, sejam eles: perenes, intermitentes ou efêmeros – da bacia hidrográfica.	$Rd = \sum Li$
Densidade de drenagem (Dd)	Em que: Dd é a densidade de drenagem ( $km/km^2$ ou $m/ha$ ), Rd a rede de drenagem (km ou m) e A é a área de drenagem da bacia ( $km^2$ ou em ha). Sendo classificado conforme Beltrame (1994).	$Dd = \frac{Rd}{A}$
Ordem dos cursos d'água	Utilizou-se neste trabalho a classificação apresentada por Strahler (1957)	-
Extensão média do escoamento superficial ( $C_m$ )	Relaciona a densidade de drenagem da bacia hidrográfica com o comprimento médio lateral da rede de drenagem.	$C_m = \frac{1}{4 \cdot D_d}$
Tempo de Concentração ( $T_c$ )	é o tempo de percurso da água precipitada desde o ponto cinematicamente mais afastado da bacia hidrográfica até a secção de referência. O tempo de concentração (minutos) será calculado pela fórmula de Kirpich Modificada, expressa por Rodrigues et al. (2016). $\Delta H$ é a diferença de cotas nas extremidades do dreno principal.	$t_c = 85,2 \cdot \left( \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$
Índice de Sinuosidade (Sin)	Relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (VILLELA & MATTOS, 1975).	$Sin = \frac{L}{L_t}$

**Tabela 02** – Análise de parâmetros morfométricos da BHAFAS

## 2.2. Resultados e Discussão

A bacia hidrográfica do Açude Figueiredo está localizada predominantemente na microrregião da Serra de Pereiro, sua rede de drenagem abrange geopoliticamente cinco municípios cearenses: Pereiro, Erere, Iracema, Alto Santo e Potiretama. Situada entre as coordenadas de latitude 525054.347m e 621804.347m, longitude 9303365.409m e 9407048.291m, em projeção UTM, datum WGS84, zona 24S (**figura 02**).



**Figura 02** – Localização da BHAFAS  
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2017).

Segue abaixo as características geométricas, de relevo e da rede de drenagem da BHAFAS (tabela 03):

Características	Parâmetros	Siglas	Unidades	Valores
Geométricas	Área da Bacia	$A$	Km <sup>2</sup>	1634,17
	Perímetro	$P$	Km	350,36
	Coeficiente Compacidade	$K_c$	-	2,43
	Fator de Forma	$K_f$	-	0,21
	Índice de Circularidade	$I_c$	-	0,17
Relevo	Maior altitude da bacia	$H_{m\acute{a}x}$	m	793,00
	Maior altitude do canal principal	$HC_{m\acute{a}x}$	m	736,00
	Menor altitude da bacia	$H_{m\acute{i}n}$	m	72,00
	Menor altitude do canal principal	$HC_{m\acute{i}n}$	m	78,00
	Amplitude altimétrica	$\Delta H$	m	721,00
	Declividade média da bacia	$I$	%	9,39
	Declividade do curso d'água principal	$I_{eq}$	m/Km	7,41
Rede de Drenagem	Ordem da bacia	-	Ordem	6
	Número Total de Drenos	$N$	Und	2483106,00
	Comprimento do curso d'água principal da bacia	$L$	Km	88,76
	Comprimento do Talvegue	$L_t$	Km	68,51
	Índice de Sinuosidade	$Sin$	-	1,29
	Rede de drenagem	$R_d$	Km	1842,63

Densidade de drenagem	$D_d$	Km/Km <sup>2</sup>	1,13
Densidade da Rede de Drenagem	$D_r$	Drenos/Km <sup>2</sup>	1519,49
Extensão média do escoamento Superficial	$C_m$	Km	0,28
Tempo de Concentração	$t_c$	min	1246,34

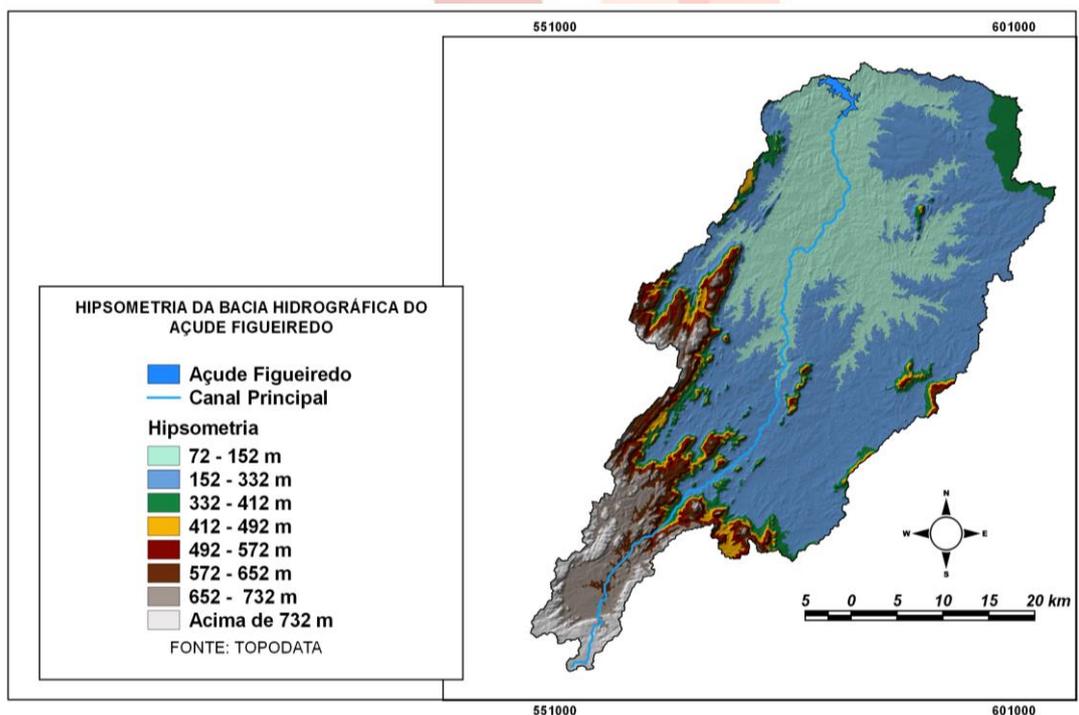
**Tabela 03** - Características morfométricas da BHAFAS

O coeficiente de compacidade (2,43) e o fator de forma (0,21), juntos indicam que a bacia apresenta pequena tendência a grandes enchentes em condições normais de precipitação (MELLO & SILVA, 2013).

O índice de circularidade (0,17), propicia a elencar que a bacia possui uma forma alongada (Figura 2), e assim, constata-se que a bacia hidrográfica do açude Figueiredo apresenta menor risco de formação de enchentes em condições normais de precipitação, pois de acordo com Villela e Mattos (1975) as bacias alongadas possuem menor concentração do deflúvio.

A bacia apresentou uma densidade de drenagem ( $D_d$ ) de 1,13 Km/Km<sup>2</sup>, o que nos leva a classificar esta bacia com uma densidade de drenagem mediana, como sugerido por Beltrame (1994).

Quanto a característica do relevo identifica-se as maiores e menores altitudes da bacia vertente e do canal principal (**figura 03**).



**Figura 03** – Hipsometria da BHAFAS

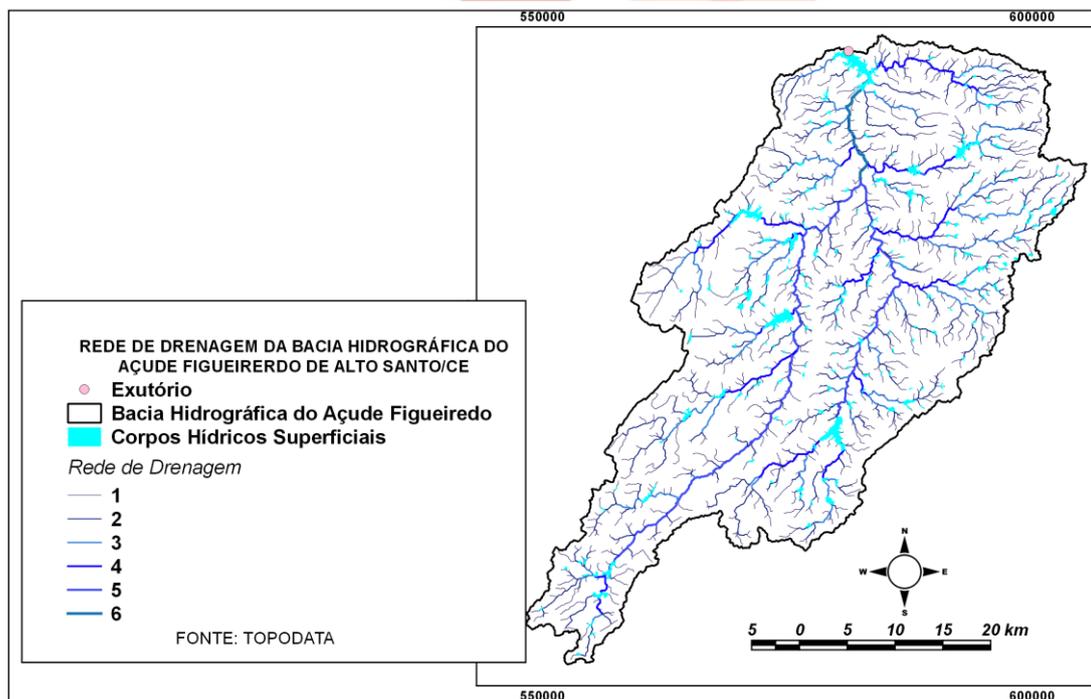
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2017).

O sistema de drenagem da bacia em estudo, de acordo com a hierarquia de ordenamento de Strahler (1957), possui ramificação de sexta ordem, o padrão de drenagem pode ser classificado como dendrítica, pois seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore, apresentando escoamento global de uma bacia endorréica, com base em Christofolletti (1980).

A (tabela 04) e a (figura 04) tem-se a distribuição da hierarquia fluvial da rede de drenagem da bacia em estudo.

Ordem dos canais	Nº de canais	Extensão dos canais (Km)
1ª	1238380	947,869
2ª	539919	449,0091
3ª	314982	215,6542
4ª	227743	120,9342
5ª	110800	92,5526
6ª	51282	16,6696

Tabela 4 - Hierarquia Fluvial e a relação entre o número e extensão dos canais em cada Ordem da BHAFAS



**Figura 04** – Rede de drenagem da BHAFAS

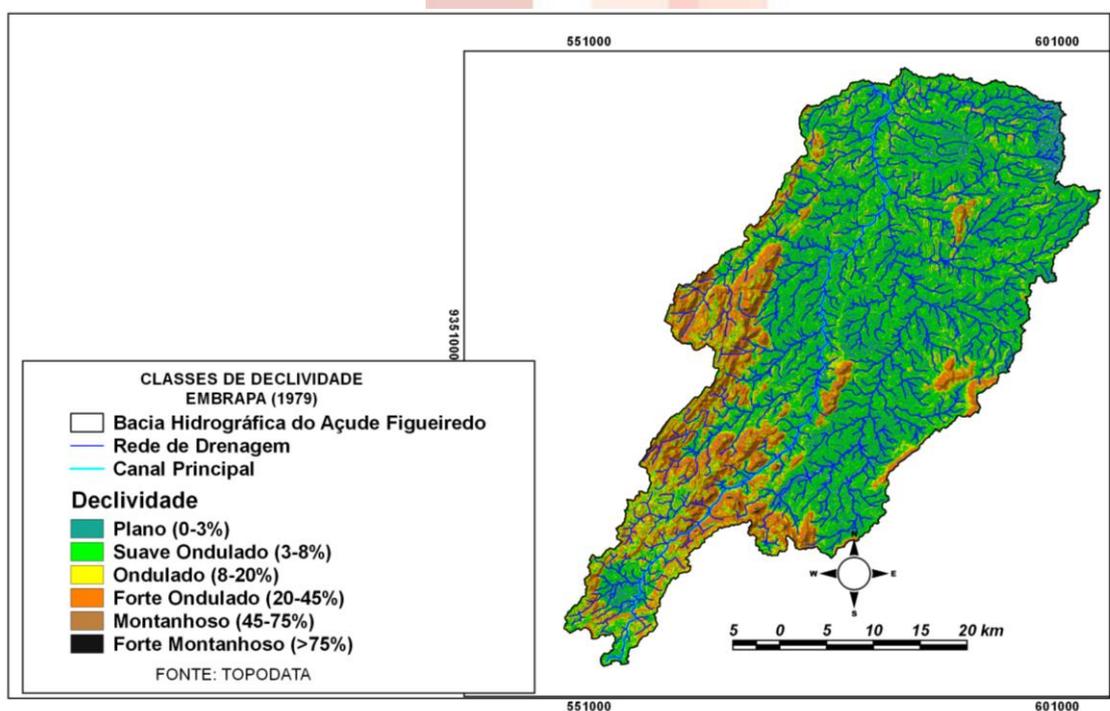
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2017).

A declividade média da bacia (I) foi de 9,39% e declividade do curso d'água principal ( $I_{eq}$ ) de 7,41 m/Km, desta forma, indicando tendência de baixa velocidade no escoamento superficial, aumentando a possibilidade da infiltração de água no solo.

A declividade média do curso d'água principal (0,0074 km/km) e sua extensão (88,76 km) denotam uma velocidade razoável e uma diminuição do tempo de concentração (1246,34 minutos, o que equivale a cerca 20,60 horas). Este tempo de concentração associado à forma superficial da bacia hidrográfica é importante para se compreender o comportamento das precipitações visando o tempo que o curso d'água leva a água dos limites da bacia para chegar ao exutório.

A declividade média de uma bacia hidrográfica deve ser relevante no planejamento, tanto para com o cumprimento da legislação quanto para garantir a eficiência das intervenções do homem no meio e possui importante papel na distribuição da água entre o escoamento superficial e subterrâneo, dentre outros processos (TONELLO et al., 2006).

Verifica-se a partir da (**figura 05**), que as áreas de maior declividade da bacia estão situadas próximo aos divisores de águas, na região sudoeste. Indicando que as mesmas devem ser zeladas e conservadas, sendo que declividade superior a 45% deve ser mantida como Áreas de Preservação Permanente de encostas, conforme novo código florestal 12651/2012. Além disso, observa-se que grande parte do relevo da bacia correspondeu ao suave ondulado (03– 08%).



**Figura 05** – Classes de declividade da BHAFAFAS conforme classificação da EMBRAPA (1979)

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2017).

### 03. Conclusão

A bacia em estudo é de 6ª ordem de acordo com a classificação de Strahler, o que demonstra um sistema de drenagem com ramificações significativas, apresentando fatores geométricos que indicam que a mesma não tem propensão a grandes enchentes, em condições normais de pluviosidade, apresentando uma forma alongada com uma rede de drenagem bem distribuída. As características da declividade da bacia indicam que de maneira geral o relevo é suavemente ondulado.

Verificou-se um sistema de drenagem fraco, sendo do tipo dendrítico, embora tenha apresentado um bom número de ramificações, se fazendo necessário a construção de barramentos hídricos para reter água na nessa região, o que consolida a importância do barramento hidráulico do Açude Figueiredo.

O curso d'água principal, é um canal de 6ª ordem, segundo Strahler, apontando que possui um comprimento total de 88,76 Km no sentido de Sudoeste para o Norte, com a sua nascente na cidade de Pereiro e o seu exutório na cidade de Alto Santo, no barramento artificial do Açude Figueiredo, em Alto Santo/CE.

### Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Dados climatológicos do Brasil. Sistema de Informações Hidrológicas. Séries Históricas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=true>. htm.pdf.>. Acesso em: 01-08-2016.

ALMEIDA, C.P. **Conflitos Por Água Na Sub-Bacia Hidrográfica Do Médio Jaguaribe, Ceará. 2015.** 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso. UNILAB, Limoeiro do Norte – CE.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação.** Florianópolis: ED. UFSC, 1994.

BEZERRA, J. M.; REGO, V. G. S.; POSSAS, J. M. C.; SOUZA, E. P.; FERNANDES NETO, S. **Análise morfométrica da microbacia hidrográfica Riacho das Piabas/PB.** CONTECC, p. 4, 2015a.

BEZERRA, J. M.; REGO, V. G. S.; POSSAS, J. M. C.; SOUZA, E. P.; FERNANDES NETO, S. **Uso e ocupação da terra da microbacia hidrográfica Riacho das Piabas/PB.** CONTECC, p. 4, 2015b.

BRASIL. **Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

CARVALHO, S. B. CASTRO. T. M. **Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio turvo - go, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.** Scientia plena. v. 5, n. 2, p.111-222, dez./fev. 2009.

CEARÁ. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE.** Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010.

\_\_\_\_\_. **Secretaria dos Recursos Hídricos. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos** (www.shr.ce.gov.br) Fortaleza, 2011. Acessado em 08/08/11.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (CPTEC/INPE). **Dados Observacionais do Brasil.** Dados Históricos. Disponível em: <<http://bancodedados.cptec.inpe.br/>. pdf.>. Acesso em: 01-08-2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo:Edgard Blucher Ltda, 1980, 2a. ed. 188p.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Ceará – Atlas digital dos recursos hídricos subterrâneos.** Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. 1998 Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Ceara---Atlas-Digital-dos-Recursos-Hidricos-Subterraneos-588.html>>. Acesso em: 01-11-2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA SECAS (DNOCS). **Divisão de Comunicação Social.** 2013. Disponível em: <<http://www2.dnocs.gov.br/gab-cs/2610-noticia-site-antigo-2991>>. Acesso em: 01-11-2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ).** Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro:1979. 83p. (Embrapa-SNLCS. Micelânea, 1)

MELLO, C. R. de.; SILVA, A. M. da. **Hidrologia: Princípios e Aplicações em Sistemas Agrícolas.** UFLA/MG. 2013, 455p.

MERTEN, G. H. MINELLA, J. P. G. REICHERT, J. M. MORO, M. **Implicações do uso e manejo do solo e das variações climáticas sobre os recursos hídricos.** In: Klauberg Filho, O.; Mafra, A. L.; Gatiboni, L. C. (Orgs.). *Tópicos em Ciência do Solo (Topics in Soil Science)*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.7, 2011.403p.

NUNES, F. G.; RIBEIRO, N. C.; FIORI, A. P. **Propriedades morfométricas e aspectos físicos da bacia hidrográfica do Rio Atuba.** Curitiba-Paraná. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 6., 2006, Goiânia. Artigos... Goiânia: UFG, 2006.

PEGADO, R. S. **Geotecnologia como instrumento de gestão de recursos hídrico: estudo da Bacia do Tucunduba – Belém (PA)**. 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

RODRIGUES, R. S. S.; FERNANDES, L. L.; CRISPIM, D. L.; VIEIRA, A. S. A.; PESSOA, F. C. L. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé da Prata, Capitão Poço, Pará, Brasil**. *Revista Verde*, v. 11, n.3, p.143-150, 2016.

SOUSA, M. L. M. **Diagnóstico geoambiental da sub-bacia hidrográfica do rio figueiredo, ceará: subsídios ao planejamento ambiental**. 2012. 144 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará. 2012.

STRAHLER, A.N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. New Halen: Transactions: American Geophysical Union, 1957. v.38. p. 913-920.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A.; LEITE, F. P. **Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões - MG**. *Rev. Árvore*, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil. 1975.

VITTALA, S. S.; GOVINDAIAH, S.; GOWDA, H. H. **Prioritization of sub-watersheds for sustainable development and management of natural resources: Na integrated approach using remote sensing, GIS and sócio-economic data**. *Current Science*, Índia, v.95, n.3, 2008.

WANG, L.; LIU, H. **An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling**. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 20, n. 2, pp.193-213, 2006. DOI: 10.1080/13658810500433453.