

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAMAME-PB UTILIZANDO SIG

CINTHIA MARIA DE ABREU CLAUDINO

Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental-UFPB,
cinthiamariaac@gmail.com;

MARIA INGRIDY LACERDA DINIZ

Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFCG,
ingridydiniz1225@gmail.com;

THIAGO DE SÁ SENA S

Mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFCG,
tg.777@hotmail.com;

ANDRESA DE OLIVEIRA SILVA

Pós-graduanda em Segurança no Trabalho-FIP, andresaoliveira0311@gmail.com;

RESUMO

A gestão de uso da água tem ganhado cada vez mais destaque devido as condições de quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Contudo, para a concepção de uma gestão sustentável é necessário o conhecimento detalhado do espaço físico. Atualmente o uso de ferramentas de georreferenciamento, como Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Modelos Digitais de Elevação (MDEs) tem ganhado grande aplicação em estudos hidrológicos. Diante disso, a presente pesquisa tem como objetivo caracterizar fisicamente a bacia do Rio Gramame, localizada na região litorânea da Paraíba, utilizando dados equações matemáticas e ferramentas de geoprocessamento; de modo a fornecer informações base para o gerenciamento dos seus recursos hídricos da bacia. A partir do processamento e análise dos resultados este trabalho conseguiu caracterizar fisicamente a bacia do Rio Gramame. Esses dados gerados tem grande importância para entendimento da dinâmica da bacia, bem como para realizar previsões de eventos.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, Caracterização Física, Rio Gramame.

INTRODUÇÃO

A gestão de uso da água tem ganhado cada vez mais destaque devido as condições de quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Contudo, para a concepção de uma gestão sustentável é necessário o conhecimento detalhado do espaço físico.

O espaço físico definido como bacia hidrográfica, compreende a região drenada por um corpo d'água principal e seus efluentes que convergem para um único ponto de saída e representa a unidade mais apropriada para o estudo quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos (PIRES e SANTOS, 2002).

Sendo assim, a bacia hidrográfica tem sido utilizada como unidade de estudo e de gestão, de modo a compreender as características físicas, as alterações antropológicas e fornecer informações essenciais ao processo de gestão ambiental (GUERRA e CUNHA, 1996; SCHIAVETTI e CAMARGO, 2002, SILVA *et al*, 2018). Logo, a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é fundamental.

Atualmente o uso de ferramentas de georreferenciamento, como Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Modelos Digitais de Elevação (MDEs), tem a capacidade de armazenar, manipular e visualizar uma extensa variedade de dados em um contexto especializado, de modo a auxiliar na determinação de características da superfície terrestre da bacia (BECKER, 2002).

Diante disso, a presente pesquisa tem como objetivo caracterizar fisicamente a bacia do Rio Gramame, localizada na região litorânea da Paraíba, utilizando dados equações matemáticas e ferramentas de geoprocessamento; de modo a fornecer informações base para o gerenciamento dos seus recursos hídricos da bacia.

METODOLOGIA

Localização e descrição da área de estudo

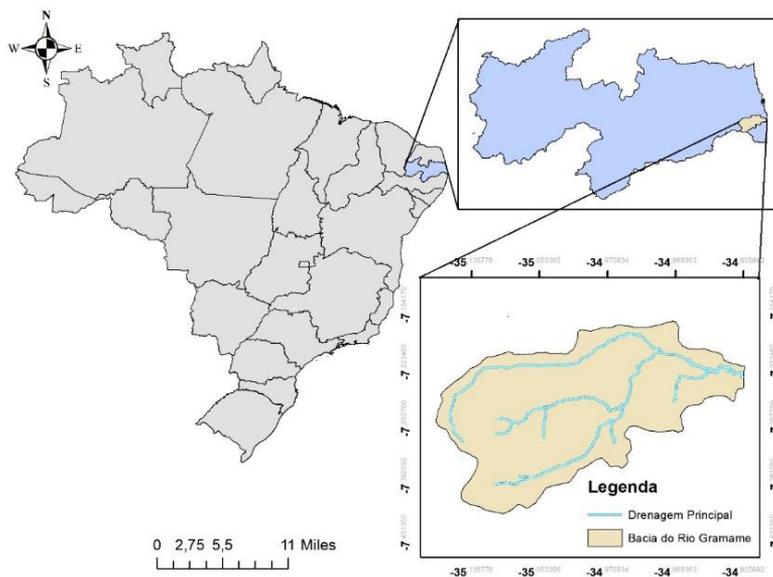
A área de estudo para realização deste trabalho englobe a bacia hidrográfica do rio Gramame, localizada na região litorânea do estado da Paraíba, na região nordeste do Brasil. A bacia está situada entre as coordenadas de latitude 7°11' e 7°23' sul e 34°48' e 35°10' de longitude oeste (Fig. 1).

A bacia é limitada ao norte e oeste com a bacia do Rio Paraíba, ao sul com a bacia do rio Abiaí e ao leste com o Oceano Atlântico.

Sua rede hidrográfica tem como principal curso d'água o rio Gramame, com aproximadamente 54,3 km de extensão, nascendo no município de Pedras de Fogo e desaguando no limite entre os municípios de João Pessoa e Conde. Os principais efluentes são os rios Mumbaba, Mamuaba e Água Boa. Na bacia também está inserido o reservatório Gramame-Mamuaba, que possui capacidade de armazenamento de 56 milhões de m³ (PDRH, 2000).

A área de estudo selecionada destaca-se por possuir importância socioeconômica para a região, pois a bacia hidrográfica do rio Gramame é responsável pelo abastecimento da região metropolitana de João Pessoa (PDRH, 2000). Além disso, na área é constatado distinções físico- bióticas correlacionadas à outras bacias hidrográficas do seu porte na região (Fernandes, 2017).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Características da bacia

O clima na região do estudo, com base na classificação de Köppen, é o tropical úmido (As'), com verão e primavera secos e outono e inverno chuvosos, bem como baixa variação da temperatura média do ar ao longo do ano (ALVARES *et al.*, 2014). Na região a média histórica (1981-2010) de chuva é de 1.914 mm (DINIZ; RAMOS; REBELLO, 2018).

Quanto ao uso e ocupação do solo da região, tendo como fonte o mosaico de imagens classificadas e disponibilizadas como produto na plataforma de dados MapBiomas. Utilizando a classificação mais recente do ano de 2019, como representado na Figura 2 e Tabela 1, é observado a maior predominância na bacia do uso para agricultura e pastagem, sendo de 52,37% o que representou uma redução de quase 17% em relação a quase três décadas atrás. Seguindo o movimento da urbanização na região houve um aumento de ocupação da infraestrutura urbana de 2,42% o que ampliou a ocupação na região para quase 3% de área urbana.

Figura 2 – Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Gramame no ano de 2019.

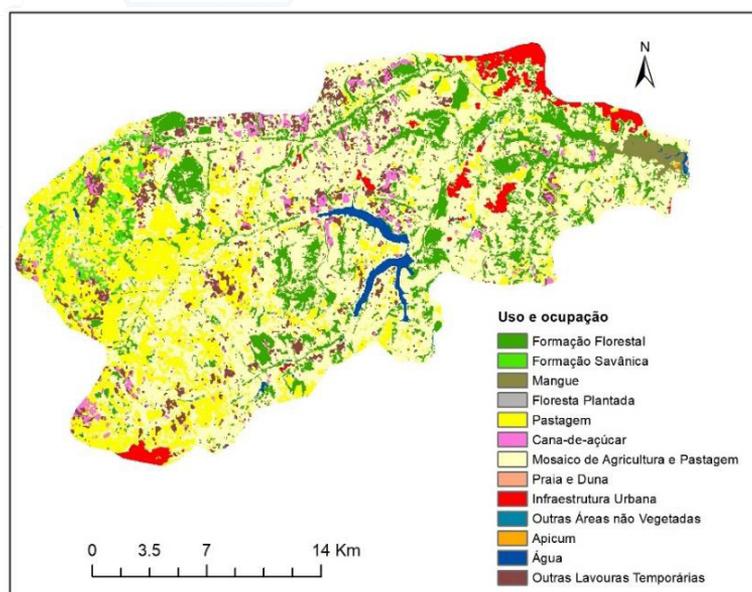


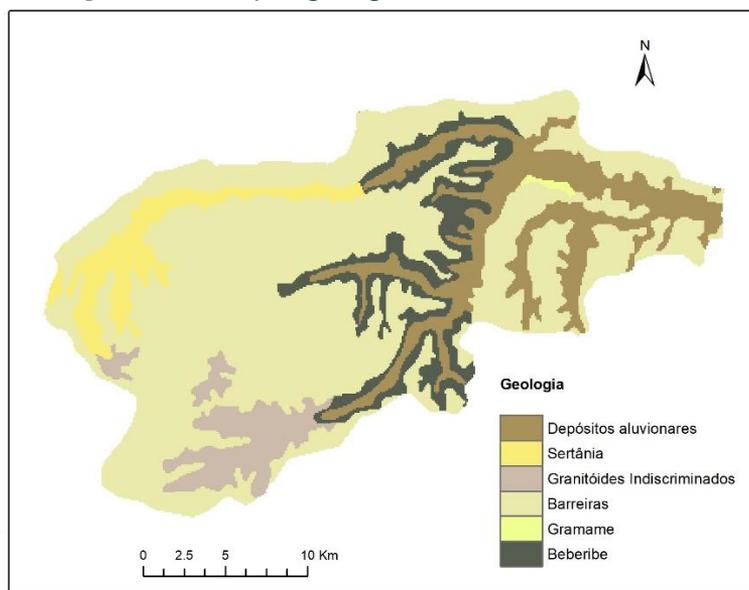
Tabela 1 – Área ocupada por cada uso nos anos de 1985, 2019 e 2053.

Uso da Terra	Área km ²	Área (%)
Formação Florestal	84.42	14.32
Formação Savânica	12.35	2.10
Mangue	5.27	0.89
Floresta Plantada	0.01	0.00
Pastagem	107.38	18.21
Cana-de-açúcar	13.67	2.32
Mosaico de Agricultura e Pastagem	308.76	52.37

Uso da Terra	Área km ²	Área (%)
Praia e Duna	0.09	0.02
Infraestrutura Urbana	17.58	2.98
Outras Áreas não vegetadas	0.71	0.12
Apicum	0.13	0.02
Água	7.71	1.31
Outras Lavouras Temporárias	31.42	5.33

No que se refere aos tipos de solo na bacia, obtido com base no estudo de COELHO (2011). Através da observação da Figura 3 é possível identificar a formação Beberibe representada por um espesso pacote de arenitos, a formação Gramame com predominância de calcários argilosos, a formação Barreiras que apresenta sedimento areno-argilosos. Ainda é possível observar na região granitoides indiscriminados que são corpos granitoides de composição diversa do complexo Sertânia O que representa uma sequência metassedimentar e aluviões.

Figura 3 – Formações geológicas da bacia do rio Gramame.



Sistemas de Informações Geográficas

Para adquirir os dados necessários para caracterização da bacia foram utilizados Sistemas de Informações Geográficas. Sendo utilizado um arquivo do tipo *raster* referente ao Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 30m, originado na missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e disponibilizado gratuitamente pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey – USGS*).

Para a delimitação da área da Bacia e caracterização da rede de drenagem, foram utilizados os arquivos shapefile fornecidos pelo GeoPortal da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba – AESA (2020).

Os arquivos foram processados utilizando os softwares ArcGIS (versão 10.5) e TerrSet (versão 18.11).

Equações matemáticas

Adotou-se para caracterização da bacia do rio Miriri a metodologia sugerida para caracterização física de bacias hidrográficas proposta no livro Hidrologia Aplicada de VILLELA e MATTOS (1975). Sendo determinado as seguintes características:

Área de Drenagem (AD)

A área de drenagem da bacia é uma informação fundamental no que se refere às características físicas de uma bacia hidrográfica, retratando a área plana, dada pela projeção horizontal das linhas que formam os divisores topográficos. Para determinação dessa informação para a bacia hidrográfica do rio Gramame foi utilizado a delimitação feita pela AESA (2020), e a partir desse dado foi possível calcula da área da geométrica utilizando o ArcGIS,

FORMA DA BACIA

A forma da bacia é uma informação essencial, pois essa característica tem influência sobre seu escoamento global, de modo que bacias com a mesma área de drenagem podem apresentar diferentes tempos de escoamento dependendo do formato da bacia.

Desse modo, A avaliação dessa relação pode ser dada a partir da determinação do coeficiente de compacidade, índice que relaciona a bacia com um círculo e o fator de forma, que a relaciona com um retângulo.

Coeficiente de Compacidade

O Coeficiente de Compacidade (K_c), corresponde a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de que abranja toda m círculo de área igual à da bacia. Para o cálculo do coeficiente utiliza-se a seguinte equação (Eq. 1):

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde:

é o perímetro da bacia em km

é a área da bacia em km²

Tanto a área como o perímetro da bacia foram encontrados através de procedimento no software ArcGIS.

O resultado do K_c expressa o formato de bacia, de modo que se o coeficiente se aproximar de 1, corresponde a uma bacia com formato próximo ao circular e mais sujeita a enchentes, e para valores superiores a 1 corresponde a uma bacia mais alongada (Ferreira *et al* 2010).

Fator de Forma

O fator de forma (K_f) relaciona o formato da bacia a um retângulo. Esse coeficiente é calculado pela relação entre a largura média e o comprimento axial, da foz até o espigão, da bacia utilizando a seguinte equação (Eq. 2):

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

Onde:

K_f é o fator de forma

A é a área da bacia em km²

L é o comprimento da bacia

Tanto a área como o comprimento da bacia foram encontrados através de procedimento no software ArcGIS utilizando o shape da bacia e a drenagem principal fornecidos pela AESA (2020).

O resultado desse coeficiente também expressa se há uma maior ou menor tendência para enchentes na bacia, de modo que para valores baixos de K_f têm-se um comprimento grande tendo menos propensão a enchentes (Villola e Mattos, 1975).

Sistema de drenagem

O sistema de drenagem para bacia é formado pelo rio principal, o rio Gramame, e seus afluentes, rios Mumbaba, Mamuaba e Água Boa.

As características de uma rede de drenagem podem ser expressas pela ordem dos cursos d'água que compõem a bacia, a densidade de drenagem, a extensão média do escoamento superficial e a sinuosidade do curso d'água.

Ordem dos cursos de água

Para ordenação dos canais componentes de uma bacia, é considerado o grau de ramificação dos rios. Os rios são considerados de primeira ordem quando não se ramificam. Quando dois rios de primeira ordem se unem formam um rio de segunda ordem, seguindo a mesma sequência, a união de dois rios de segunda ordem leva a um rio de terceira ordem, assim sucessivamente, formando uma hierarquia.

Assim, os resultados expressos pela ordem dos cursos de água podem ser interpretados de modo que quanto maior for a ordem do rio principal, maior será a quantidade de rios existentes, e maior será também sua extensão.

Para classificação da rede de drenagem quanto a ordem, foi utilizado como base de dados o MDE, para extração de uma rede de drenagem e a partir disso foi utilizado a função Stream Order do software ArcGIS utilizando a metodologia de classificação desenvolvida por Strahler(1957).

Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem é importante para caracterização de uma bacia pois expressa a quantidade de canais disponíveis para o escoamento (Christofolletti, 1981). A Densidade de

Drenagem (D_d) é calculada pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água (L') de uma bacia e sua área total (A) (Eq. 3):

$$Dd = \frac{L'}{A} \quad (3)$$

O L' foi obtido utilizando a rede de drenagem fornecidos pela AESA (2020) e ArcGIS.

Extensão média do escoamento superficial

A extensão média do escoamento superficial representa a distância média em que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos de uma bacia, em linha reta, do ponto onde ocorreu sua queda até o curso d'água mais próximo, é expresso pela equação a seguir (Eq. 4).


$$l = \frac{A}{4L} \quad (4)$$

Onde:

l é a extensão média do escoamento superficial;

A é a área da bacia em km²;

L é a extensão do curso d'água principal da bacia em km

Sinuosidade do Curso d'Água

A sinuosidade do curso d'água é uma informação importante para a caracterização da bacia pois através dela é possível compreender a velocidade do escoamento das águas na bacia, de modo a relacionar aos efeitos de enchente e erosão. A sinuosidade é expressa pela relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento de um talvegue, que liga a foz ao espigão do rio principal (Eq. 5).

$$\text{Sin} = \frac{L_p}{L_t} \quad (5)$$

Os resultados desse parâmetro expressam a curvatura do rio, de modo que quanto maior o valor da sinuosidade, maior as curvas que o rio dá ao longo do seu percurso.

CARACTERÍSTICAS DO RELEVO DA BACIA

Diversos fatores hidrológicos são determinados em função das características do relevo de uma bacia, desse modo a análise mais detalhada destas características é fundamental para entendimento do comportamento da bacia hidrográfica. Assim sendo, as características do relevo podem ser determinadas a partir das seguintes formas:

Declividade da Bacia

A Declividade é uma informação de grande relevância pois influencia na velocidade do escoamento superficial da bacia. Essa informação representa a inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal. Os valores de declividade podem ser expressos em porcentagem ou em m/m.

Para este trabalho foi determinada a declividade média da bacia por meio da utilização do MDE e do software TerrSet utilizando o comando SLOPE, que utiliza como base as informações da resolução da célula e os valores das células vizinhas imediatas na parte superior, inferior, esquerda e direita da célula em questão. Com essas informações a inclinação é calculada como o vetor resultante da inclinação em X e a inclinação em Y, utilizando a equação 6 (Eastman, 2016).

$$\tan_{inclinação} = \sqrt{\left(\frac{dir-esq}{res*2}\right)^2 + \left(\frac{sup-inf}{res*2}\right)^2} \quad (6)$$

Onde $\tan_{inclinação}$ é a tangente do ângulo esquerda, superior, inferior são os atributos das células que tem o declive máximo; direita, vizinhas; e res é a resolução da célula.

Hipsometria

A Hipsometria da bacia hidrográfica representa as informações de variação da elevação da superfície, em relação ao nível do mar. Sendo assim a hipsometria da área de estudo foi retratada a partir das informações contidas no MDE.

A partir desses dados também é possível determinar a Elevação média da bacia (E), que é a relação do ponto médio (P_m) entre duas curvas de nível e a área (A_i), dividido pela área total (Eq. 7).

$$E = \frac{\sum P_m \times A_i}{A} \quad (7)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização da bacia hidrográfica do rio Gramame pode ser analisada de acordo com os resultados:

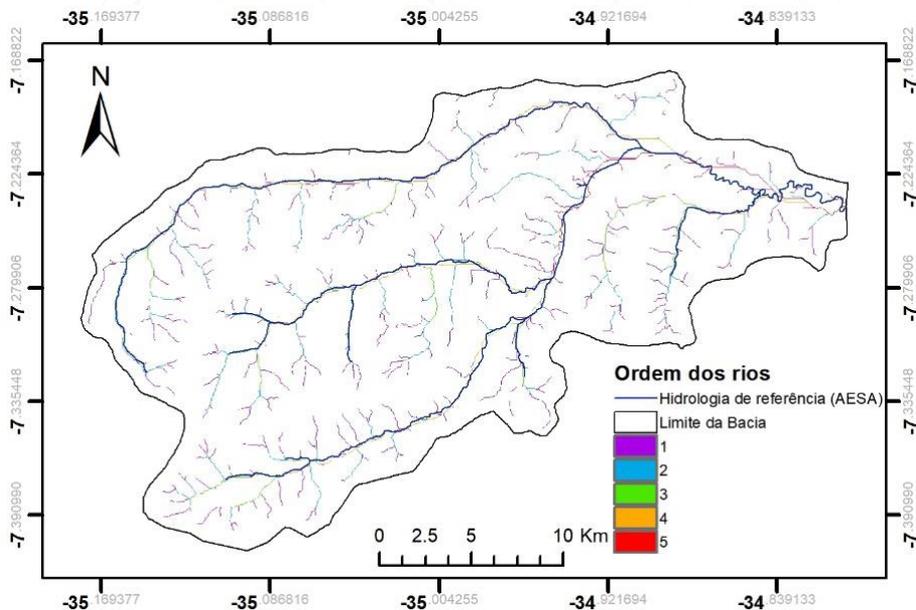
FORMA DA BACIA

A área de drenagem essa foi estimada em foi estimado em 583,63 Km². Quanto ao perímetro esse foi calculado em 122,80 Km. Sendo assim o coeficiente de compactidade (K_c) da bacia é 1,42. O comprimento da bacia foi 42,2 de modo a se obter um fator de forma (K_f) de 0,33. Esses resultados expressam que a bacia do rio Gramame possui um formato próximo ao circular, estando parcialmente sujeita a enchentes ($1,2 < K_c < 1,5$) (OLIVEIRA,1997).

SISTEMA DE DRENAGEM

A Bacia do rio Gramame, de acordo com a classificação de Strahler, apresentou uma ordem 5 dos cursos d'água, como pode ser constatado na Figura 4. Esse resultado representa que a bacia apresente uma alta ramificação de seus rios.

Figura 4– Ordem dos cursos d’água.



A partir da drenagem de referência disponibilizada pela AESA foi possível obter o comprimento total dos cursos d’água da bacia (L') que foi estimado em de 480,1 km o que leva a uma densidade de drenagem de 0,82 km/km². Partindo da atribuição realizada por Villela e Matos (1975), as bacias que possuem densidade de drenagem inferior 0,5 km/km² possuem drenagem pobre e as que se aproximam do valor de 3,5 km/km² possuem boa drenagem, de modo que a bacia estudada pode ser enquadrada com média capacidade de drenagem.

Ainda utilizando a rede de drenagem de referência da AESA foi possível estimar o comprimento do rio principal e do talvegue, que são respectivamente, 51,2 km e 36,5 km. A partir desses parâmetros foi possível calcular a sinuosidade da bacia que foi 1,4. Esse resultado expressa que os rios da bacia apresentam poucas curvaturas ao longo de sua extensão.

CARACTERÍSTICAS DO RELEVO DA BACIA

A partir das elevações contidas no MDE foi possível confeccionar o mapa de hipsometria da bacia (Figura 5), que apresenta cota inicial de 0 e cota máxima de 219m. A variação da elevação também é representada na Tabela 1, onde as cotas do terreno variam em 10 classes, também está apresentado na tabela o ponto médio para cada intervalo. A partir do software TerrSet foi possível determinar

a área ocupada por cada uma dessas classes, e posteriormente calcular a área acumulada, e suas respectivas porcentagens. A partir dos resultados da tabela foi possível obter a curva hipsométrica da bacia (Figura 6). Com esses dados também foi possível estimar a elevação média da bacia em 70,32m.

Figura 5– Mapa Hipsométrico da bacia do rio Gramame.

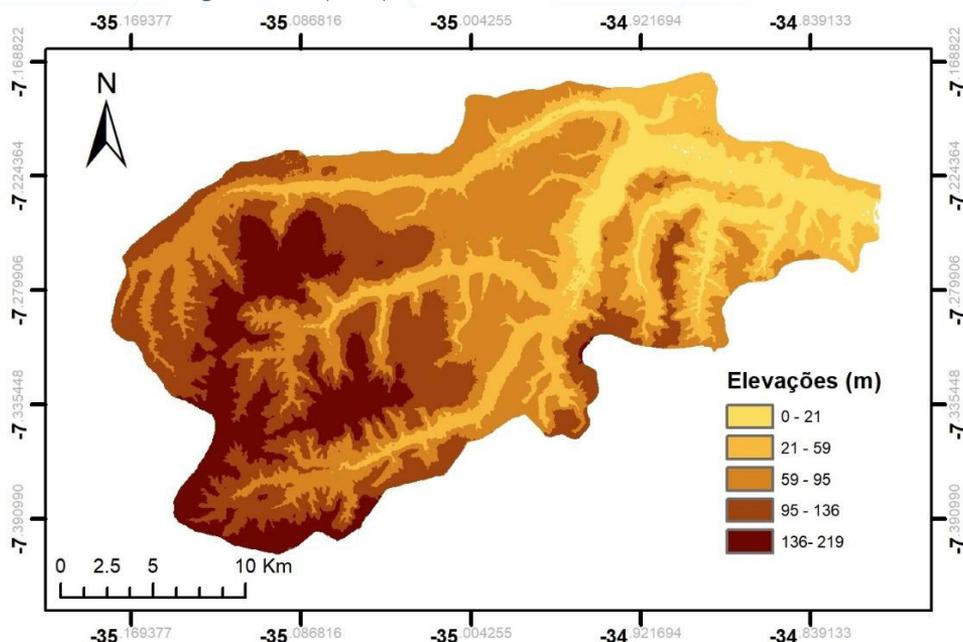
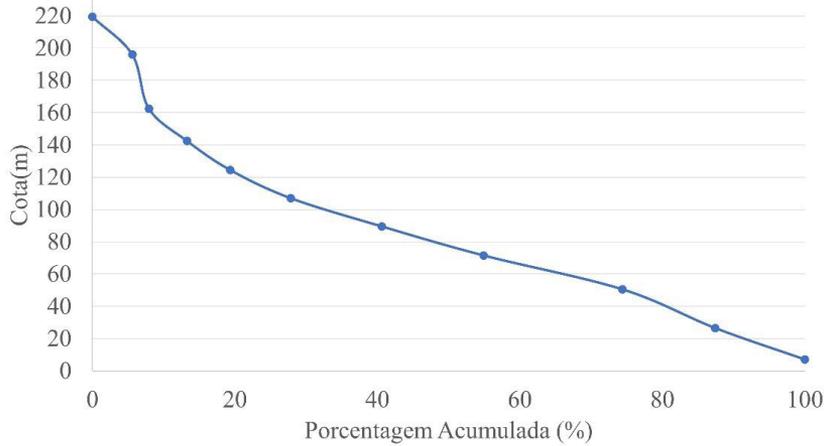


Tabela 2. Parâmetros da curva hipsométrica da bacia do rio Gramame

1	2	3	4	5	6	7
Intervalo de cotas (m)	Ponto Médio (m)	Área (km ²)	Área acumulada	% Área	% Acumulada	(2)x(3)
0 - 14	7	32.73	32.73	5.6	5.6	229.11
14 - 39	26.5	73.42	106.15	12.6	18.2	1945.63
39 - 62	50.5	76.01	182.16	13.0	31.2	3838.505
62 - 81	71.5	113.67	295.83	19.5	50.7	8127.405
81 - 98	89.5	83.44	379.27	14.3	65.0	7467.88
98 - 116	107	74.57	453.84	12.8	77.8	7978.99
116 - 133	124.5	49.63	503.47	8.5	86.3	6178.935
133 - 152	142.5	35.37	538.84	6.1	92.3	5040.225
152 - 173	162.5	31.15	569.99	5.3	97.7	5061.875
173 - 219	196	13.64	583.63	2.3	100.0	
Total		583.63		100		48542

Figura 6 – Curva hipsométrica da bacia do rio Gramame.

A Figura 7 apresenta o mapa de declividade em porcentagem da bacia do rio gramame, extraído a partir das informações do MDE. Assim, como feito para elevação foram estimados os parâmetros expostos na Tabela 3 para elaboração da curva de declividade da bacia (Figura 8). A partir dessas estimativas foi possível calcular a declividade média da bacia que foi de 7,45%, que partindo da classificação da EMPRABA (1979) a bacia apresenta um relevo suavemente ondulado (Declividade de 3-8).

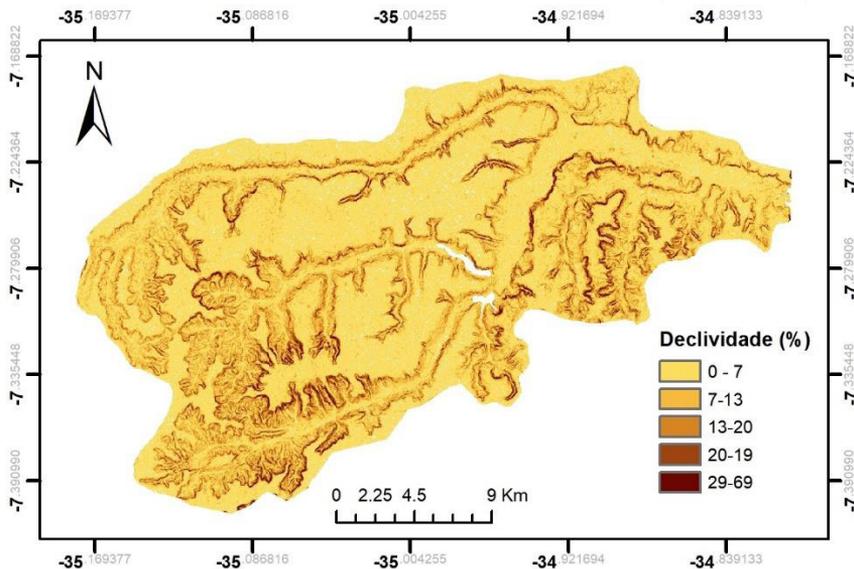
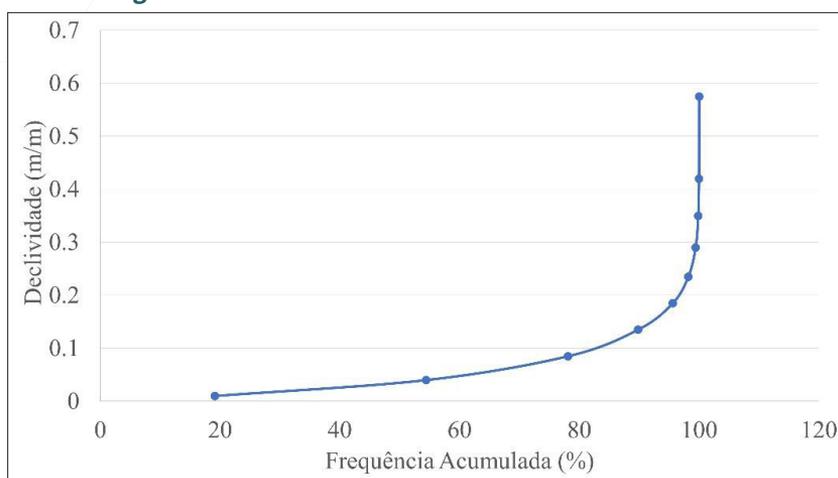
Figura 7– Mapa da declividade da bacia do rio Gramame.

Tabela 3 – Parâmetros da curva de declividade da bacia do rio Gramame

1	2	3	4	5	6
Declividade (%)	Número de Ocorrência (Pixels)	Porcentagem do Total	Porcentagem Acumulada	Declividade média do Intervalo	(2)x(3)
0 - 2	115646	19,14	19,14	1	115646
2 - 6	213072	35,27	54,41	4	852288
6 - 11	143188	23,70	78,11	8,5	1217098
11 - 16	70619	11,69	89,79	13,5	953356,5
16 - 21	35058	5,80	95,60	18,5	648573
21 - 26	15700	2,60	98,20	23,5	368950
26 - 32	7373	1,22	99,42	29	213817
32 - 38	2598	0,43	99,85	35	90930
38 - 46	815	0,13	99,98	42	34230
46 - 49	113	0,02	100,00	57,5	6497,5
Total	604182	583,63		100	4501386

Figura 8 – Curva de declividade da bacia do rio Gramame.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do processamento e análise dos resultados este trabalho conseguiu caracterizar fisicamente a bacia do Rio Gramame. Os resultados calculados neste estudo estão expressos no quadro resumo a seguir (Quadro. 1). Esses dados gerados tem grande importância para entendimento da dinâmica da bacia, bem como para realizar previsões de eventos.

Quadro 1 – Quadro resumo das características físicas da bacia do rio Gramame.

Área de Drenagem	583,63 km ²
Perímetro	122,80 Km
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,42
Comprimento da bacia	42,2
Fator de forma (Kf)	0,33
Ordem da Bacia	5º ordem
Densidade de Drenagem	0,82 km/km ²
Comprimento total dos cursos d'água da bacia (L')	480,1 km
Comprimento do rio principal	51,2 km
Comprimento do rio talvegue	36,5 km
Sinuosidade	1,4
Altitude Mínima	0 m
Altitude Máxima	219 m
Elevação média	70,32m
Declividade média	7,45%

REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba. 2009. Disponível em: . Acesso em: 22 de Maio de 2019.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 2014. v. 22, n. 6, p. 711–728.

BECKER, F. G. Conceitos de bacias hidrográficas : teorias e aplicações / Editores Alexandre Schiavetti, Antonio F. M. Camargo. - Ilhéus, Ba : Editus, 2002. 293p.

CHRISTOFOLETTI, A. 1981. A variabilidade espacial e temporal da densidade de drenagem. *Not. Geomorfológica*, v. 21, n. 42, p. 3-22.

COELHO, V. H. R.; ALMEIDA, C. N.; SILANS, A. M. B. Análise da Flutuação do Nível D' água para Estimativa da Recarga Subterrânea da Bacia Representativa do Rio Gramame no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2012. v. 17, n. 2, p. 241–252.

DINIZ, F. A.; RAMOS, A. M.; REBELLO, E. R. G. Brazilian climate normals for 1981-2010. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, 2018. v. 53, n. 2, p. 131-143.

EASTMAN, J. R. TerrSet Geospatial monitoring and modeling system Manual. 2016

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, 1979, Rio de Janeiro. Súmula...Rio de Janeiro, 1979. 83p.

FERNANDES, L. A. Aplicação do método WTF para estimativa da recarga do aquífero livre da região da Bacia do Rio Gramame e do Baixo Curso do Rio Paraíba-PB. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. 142 p. João Pessoa-PB, 2017.

FERREIRA, C. W. S.; *et al.* (2010), Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do açude cachoeira ii , no município de Serra Talhada - PE, Brasil, Coimbra, In VI Seminário Latino Americano de Geografia Física.

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.

OLIVEIRA, J.N. 1997. Classificação de características fisiográficas. Texto básico para a disciplina “Hidrologia Básica”. Ilha Solteira, SP: UNESP, 5p

PDRH. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gramame. SEMARH/SCIENTEC, 2000.

PIRES, J. S.; SANTOS, J. E.; PRETTE, M. E. Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações / Editores Alexandre Schiavetti, Antonio F. M. Camargo. - Ilhéus, Ba : Editus, 2002. 293p.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (2002), Conceitos de bacias hidrográficas - teorias e aplicações. Ilhéus, Ba: Editus, 2002.

SILVA, G. S.; ALMEIDA. F. P.; ALMEIDA, R. T. S.; MESQUITA, S.; ALVES JUNIOR, J. (2018), caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do riacho Rangel-Piauí, Brasil. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28; p. 244.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Geophysical Union Trans., v.38, p.912-920, 1957.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. (1975), Hidrologia Aplicada, São Paulo, McGraw-Hill do Brasil.