

Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio.

¹Renilson Pinto da Silva Ramos

¹Rodolfo Alexandre da Silva Gomes de Deus

¹Fernando Alexandre da Silva

¹Daniel Dantas Moreira Gomes

¹Mauricio Costa Goldfarb

¹Bruna Gonçalves da Costa

¹Universidade de Pernambuco - UPE

Rua Cap. Pedro Rodrigues – Garanhuns – PE, Brasil, CEP,

105 55294-902

{Renilsonr5, Gcbruna}@hotmail.com

{rdolfodeus, fnando257}@gmail.com

{Daniel.gomes, mauricio.goldfarb}@upe.br

Abstract. The present study has like objective to make a morphometric analysis about the watershed of the river Paraíba do Meio, this analysis is founded in geomorphological concepts. The analysis were divided of accord with her characteristics, like linear analysis, areal analysis and hypsometric analysis. The watershed of the river Paraíba do Meio has an area of 2035, 86 Km² a perimeter of 382, 18 Km. The length of her principal river is of 192, 53 km. Her relief is mainly flat and soft corrugated. To the management of the water resources is of total importance the detail study of the watershed of the region in question, the morphometric analysis give data that are of short importance in these moments. In first place was made a bibliographic lifting to be the base of the present study, with papers, books, technical manuals and cartographical data. The analysis were made in the software of the ESRI company, ArcGIS 10.3.1. The data were acquired from the site of the USGS, two scenes, the digital elevation model of the SRTM mission. The two scenes of the SRTM, were processed in the ArcGIS 10.3.1, and a mosaic was made to after to make the processing to the morphometric analysis, to then after to make the calculations. Like this providing the basis for further studies.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, morfometria, rio Paraíba do Meio.

1. Introdução

É de fundamental importância, para uma melhor gestão e manejo dos recursos hídricos de uma determinada área, que seja feito um estudo detalhado sobre a bacia hidrográfica que banha a região, para que assim se utilize dos recursos que a bacia hidrográfica oferece da melhor forma possível, usufruindo de seus recursos, sem danificá-los.

Para estudos mais detalhados de uma bacia hidrográfica, visando analisar as características naturais que possam influenciar, ou serem influenciadas pelo Homem, e afetando economicamente a sociedade da área que recebe as águas da bacia, comumente é realizada a análise morfométrica.

A análise morfométrica abrange um grande número de caracterizações que ajudam a definir o quão vulnerável uma bacia está a determinada ocorrência de eventos, e quais atividades humanas são possíveis na área, visando o auxílio no planejamento da gestão dos recursos que a bacia dispõe para que seja sempre feito o que for mais economicamente viável e rentável. No presente trabalho foram feitas análises referentes aos padrões de drenagem, área, perímetro, hierarquia fluvial, comprimento do rio principal, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, índice de circularidade, relação de bifurcação, índice de sinuosidade, perfil longitudinal, altimetria e declividade.

Além desses benefícios obtidos por intermédio da análise morfométrica, de acordo com Gomes (2014) esse estudo pode também servir de base para uma caracterização geomorfológica mais detalhada da área, para o entendimento de sua dinâmica morfo-genética.

A bacia hidrográfica que é alvo do presente estudo é possuidora de uma grande extensão em sua área, o que fez com que o uso de um modelo digital de elevação ser de total importância para a obtenção dos dados através dos cálculos que dizem respeito à altimetria e a morfometria. As análises utilizadas podem ser caracterizadas como, análise linear, análise areal e análise hipsométrica.

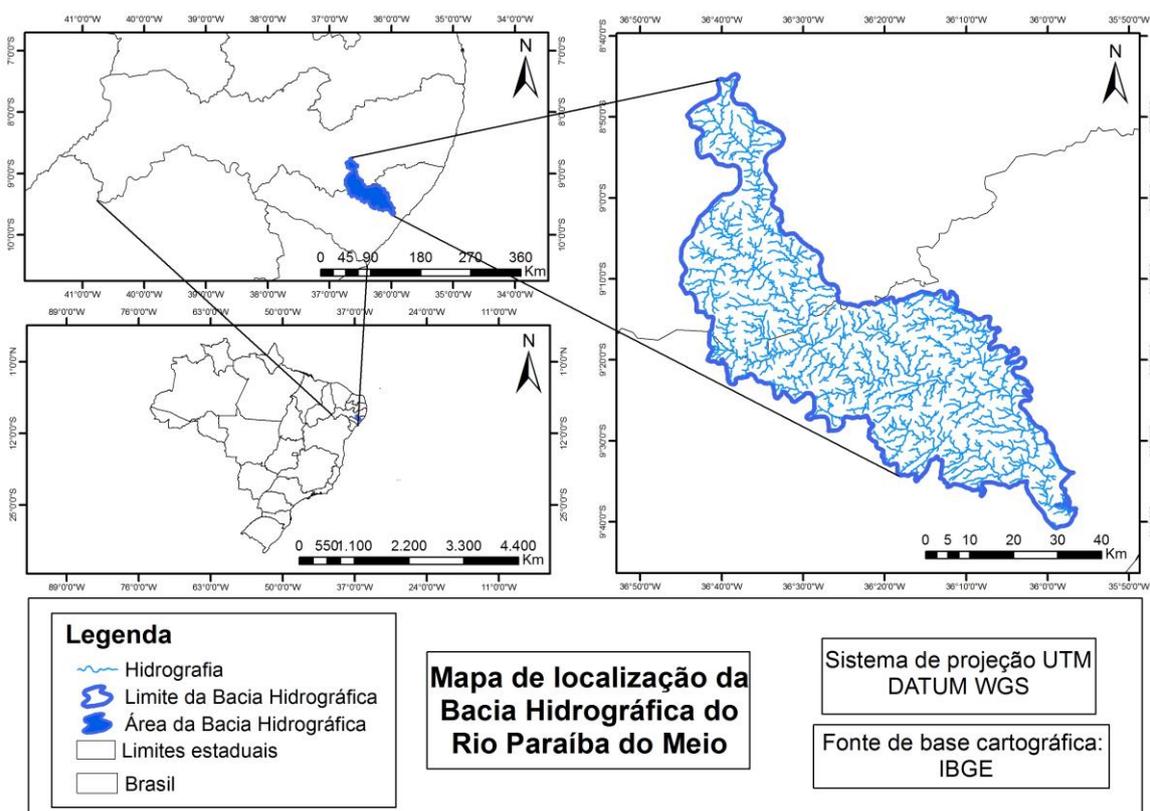


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio.

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio fica localizada nos estados de Pernambuco e Alagoas, entre 8°45" e 9°30" de latitude sul, e 35°55" e 36°50" de longitude oeste (Figura 1), ocupando uma área de 3143 Km² e tendo dentro de seu perímetro oito municípios Pernambucanos (Bom Conselho, Brejão, Terezinha, Paratama, Caetés, Garanhuns, Saloá e Lagoa do Ouro) e oito alagoanos (Quebrangulo, Paulo Jacinto, Viçosa, Palmeira dos Índios, Cajueiro, Capela, Atalaia e Pilar), Percorrendo 192, 53 Km desde sua nascente até sua foz.

2. Metodologia de trabalho

A pesquisa teve início com a bibliografia, dados referentes a cartografia e imagens de satélite. Livros, artigos e trabalhos técnicos foram consultados para servir de embasamento e sustentar o caráter científico da pesquisa.

Foram utilizados dados altimétricos da missão SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), de 30 metros, disponibilizadas pela USGS (United States Geological Survey) em <http://earthexplorer.usgs.gov>, enquanto as cenas utilizadas foram s09_w036_1arc_v3 e s10_w036_1arc_v3, e para a declividade foi obtido cenas da missão SRTM por intermédio do projeto TOPODATA, sendo as cenas utilizadas 08S375SN e 09S375SN, disponíveis em <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>.

O dados referentes a cartografia foram organizados com a utilização do software ArcGis 10.3.1, permitindo assim a montagem de um banco de dados que viabilizou a interação e

integração para a manipulação dos dados em um ambiente. SIG (Sistema de informações geográficas), que é definido por Rocha como:

Traduzindo-se para a língua portuguesa, existem diversos pesquisadores que defendem o termo Sistema de Informação Geográfica. Câmara & Medeiros (1998) indicam como principais características do SIG a capacidade de inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados. (ROCHA, 2000, p. 47)

Esse banco de dados viabilizou a utilização integrada com as cenas adquiridas fornecendo assim uma mais prática manipulação das imagens a serem tratadas.

As cenas referentes a altimetria foram geradas e mosaicadas em uma ferramenta do software ArcGis 10.3.1, onde todas as cenas passaram a ser uma só, contendo assim o MDE (Modelo Digital de Elevação). Para a delimitação da bacia hidrográfica foram utilizadas ferramentas do software ArcGis 10.3.1, onde foi possível gerar automaticamente os seus limites e a sua hidrografia, fazendo assim com que fosse possível obter os dados morfométricos.

Análise morfométrica é uma ferramenta de grande importância para a gestão dos recursos hídricos que compreendem a área que a bacia hidrográfica abrange, como é dito por Gomes (2014, p. 171) “A análise morfométrica serve como instrumento para o levantamento de informações necessárias que subsidiam o planejamento e gestão de bacias hidrográficas e possibilitam um diagnóstico aprofundado.”

As análises lineares consideradas foram, hierarquia fluvial, padrões de drenagem, relação de bifurcação, comprimento do rio principal, e índice de sinuosidade do canal principal.

As análises areais que segundo Gomes (2014, p. 171) “[...] consiste em correlacionar os atributos da rede de drenagem e as áreas não drenadas do relevo, tendo como referência as características de sua área e a forma da bacia hidrográfica.”, e as que foram feitas são, área da bacia, perímetro, índice de circularidade, densidade de drenagem e coeficiente de manutenção.

De acordo com Gomes (2014, p. 172) “A análise hipsométrica busca correlacionar os atributos da rede de drenagem e da variação altimétrica do relevo, permitindo observar as fisiográficas da bacia.”, onde foram feitas as análises de amplitude altimétrica, hipsometria, perfil longitudinal e declividade.

De acordo com Torres (2012, p. 48) “O conhecimento mais detalhado do sistema de drenagem é de grande importância para o estudo de uma bacia hidrográfica.”, e ainda segundo Torres (2012, p. 49) “**Drenagem dendrítica**- também designada como arborescente, porque seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore. Utilizando-se dessa imagem, a corrente principal corresponde ao tronco da árvore, os tributários aos seus ramos e as correntes de menor categoria aos raminhos e folhas.”

Quanto a medida da área da bacia (A), que é expressa em Km², segundo Torres:

“[...] também designada como área de drenagem ou área de drenagem ou área de contribuição, correspondente a toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial em projeção horizontal, inclusa entre seus divisores topográficos. A área de uma bacia hidrográfica é o elemento básico para o cálculo de várias outras características físicas. (Torres, 2012, p. 53.)

Já na questão de perímetro (P), é definida por Torres (2012, p. 53) “[...] corresponde à extensão da linha que a limita, ou seja, corresponde ao comprimento dos limites estabelecidos pelos divisores de água.”, e pode ser expresso por Km (quilômetros), ou m (metros).

Torres (2012, p. 53) define a hierarquia fluvial como, “A ordem dos canais (rios) é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia hidrográfica.”, assim Torres (2012) define que a hierarquia fluvial consiste apenas no processo de estabelecer uma classificação de determinado curso do rio.

O comprimento do rio principal (L) de acordo com Torres (2012, p. 56), “É definido como a distância que se estende ao longo do curso d’água, desde a desembocadura (foz) até sua nascente.”

A densidade de drenagem (Dd) como Torres (2012, p. 57) diz, “Parâmetro morfométrico de grande relevância que correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento da área da bacia hidrográfica.” E o cálculo para obter a densidade de drenagem é (Equação 1):

$$Dd = Lt / A$$

De acordo com Torres (2012, p. 57) “Onde Dd é a densidade de drenagem; Lt é o comprimento total dos canais e A é a área da bacia hidrográfica.”

Segundo com Torres (2012, p. 57) “Existem vários índices utilizados para determinar a forma da bacia, sempre correlacionando-a com figuras geométricas.”, para o desenvolvimento desse trabalho foi escolhido o índice de circularidade (Ic), que é realizado da seguinte forma (Equação 2):

$$Ic = A / Ac$$

Que de acordo com Torres (2012, p. 60) “[...] A é a área da bacia em Km², m² ou hectares; Ac é a área do círculo, medida nas mesmas unidades da área da bacia; e Ic é o índice de circularidade.

Como dito por Torres (2012, p. 62) a relação de bifurcação foi explicada por Christofolletti (1980) foi definida por Horton (1945) como sendo a relação entre o número total de segmentos de determinada ordem e o número total de segmentos de ordem imediatamente superior. Que é expressa por (Equação 3):

$$Rb = Nu / Nu+1$$

Em que Torres (2012, p. 57) diz, “[...] Rb é a relação de bifurcação; Nu é o número de segmentos de determinada ordem e Nu+1 é o número de segmentos da ordem imediatamente superior”

O índice de sinuosidade, segundo Gomes (2014, p. 172) “Relaciona o comprimento do verdadeiro cana principal com o comprimento em linha reta entre os pontos extremos do cana principal.”, sendo usado uma formulação para a execução do cálculo do índice de sinuosidade (Equação 4):

$$Is = L / Dv$$

Que é definido por Gomes (2012, p. 172) “Is é o índice de sinuosidade do canal principal; L é comprimento do canal principal em Km; Dv é a distância vetorial entre os extremos do mesmo canal em Km.”

A declividade média, acaba por ser um fator importante dentro das análises de bacia hidrográfica, pois auxilia a identificar os locais mais vulneráveis q erosão (TORRES, 2012). A equação que é utilizada para a definição da declividade média é e (Equação 5):

$$DM = \Sigma |Cn \times \Delta h / A \times 100 \%$$

Equação que é definida por Torres (2012, p.63) como “ $\Sigma|C_n$ é a soma, em quilômetros, dos comprimentos de todas as curvas de nível; Δh é a equidistância, em quilômetros, entre as curvas de nível; A é a área da bacia, Km^2 , e DM é a declividade média.”.

Com o resultado da declividade média, importante cálculo para caracterizar, além da vulnerabilidade de erosão, também considera a velocidade dos fluxos em encostas dos canais, pode também servir como fator, juntamente com a densidade de drenagem, para definir o índice de rugosidade, índice que segundo Christofolleti (1980, p. 121) “[...] Foi inicialmente proposto por Melton (1957) para expressar um dos aspectos dimensionais entre as vertentes e a densidade de drenagem.”. O cálculo para a representação do índice de rugosidade está em (Equação 6):

$$RN = Dd \times DM$$

Sendo os fatores da equação definidos por Torres (2012, p. 64) como “[...] Dd é a densidade de drenagem; DM é a declividade média; RN é o coeficiente de rugosidade.”.

O perfil longitudinal é definido por Torres (2012, p. 68) como [...] a representação gráfica das variações da declividade do canal (gradientes), desde a sua nascente até a foz (nível de base local, formando uma linha irregular, côncava para cima, com gradientes, em geral, maiores em direção às nascentes e valores cada vez mais suaves à jusante.”.

A amplitude altimétrica, ou gradiente altimétrico é explicado por Christofolleti (1980, 119) sendo a releção entre a diferença máxima da altitude entre o ponto de origem e o término com o comprimento do respectivo segmento fluvial. Onde a formula é (Equação 7):

$$G = h_{max} - h_{min} / C$$

A hipsometria segundo Gomes (2012, p 172) “[...] corresponde a variação altimétrica do relevo através de informações quantitativas.”, onde o relevo apresenta importante classe de estudo e atenção por conta de suas características dinâmicas como exemplificado por Ross:

O relevo, como um dos componentes do meio natural, apresenta uma diversidade enorme de tipo de formas. Essas formas, por mais que possam parecer estáticas e iguais, na realidade são dinâmicas e se manifestam ao longo do tempo e do espaço de modo diferenciado, em função das combinações e interferências múltiplas dos demais componentes do estrato geográfico. (Ross, 1991, p. 9)

De acordo com Gomes (2013), o IBGE (2013) diz que o declividade representa a variação dos gradientes do terreno em intervalos previamente estabelecidos segundo sua finalidade, sendo útil na caracterização e delimitação da unidades e regiões geomorfológicas, sendo importante no estudo de uma bacia hidrográfica por definir a velocidade de dos fluxos de suas águas, como é mostrado por Ross (1991, p. 21) “A lei da Declividade associa-se à velocidade do fluxo d’água. Divisores maiores declividades estão mais próximos ao topo.”

3. Resultados e discussão

Para tentar compreender a dinâmica que existe em uma bacia hidrográfica é necessário um estudo sobre a sua rede hidrográfica, e um dos estudos que são realizados em bacias hidrográficas é o da análise morfométrica, que permite que vários parâmetros de toda a bacia sejam analisados, e agrupados de acordo com suas características e semelhanças, como análise areal, análise linear, e análise hipsométrica, e foram essas análises que foram

escolhidas para o estudo da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio, que em sua extensão apresenta uma hierarquia fluvial de sexta ordem.

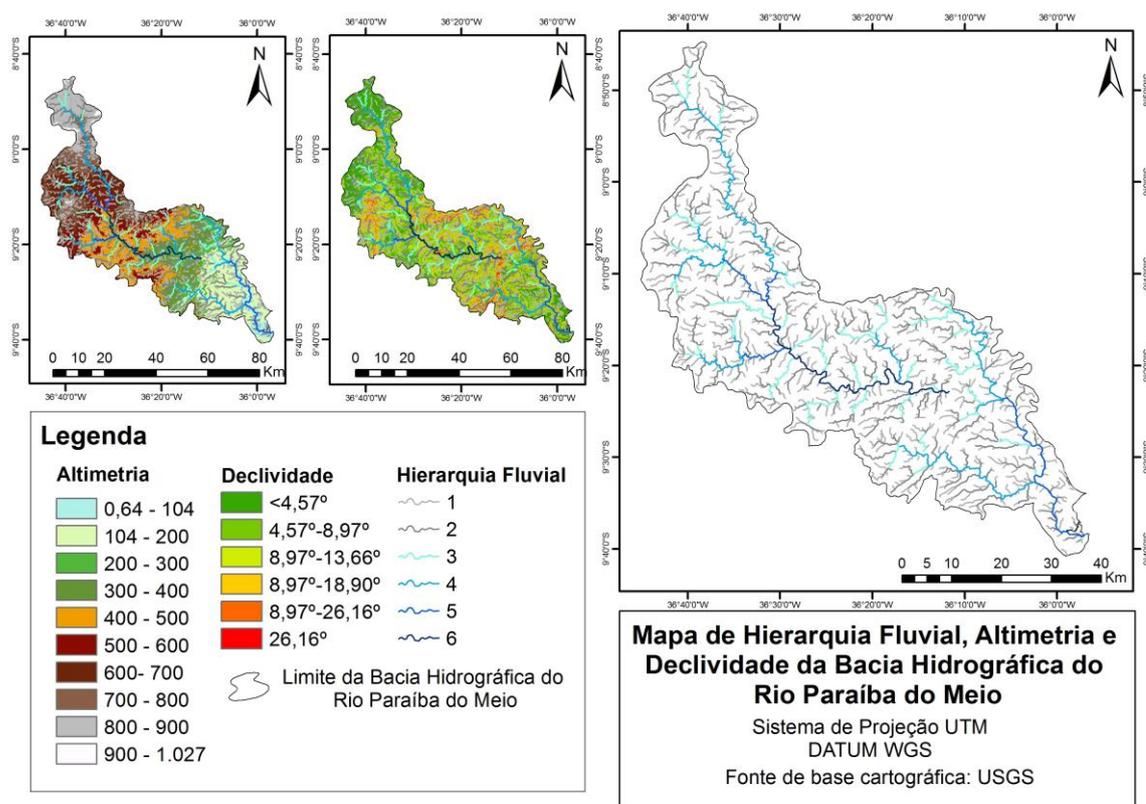


Figura 2. Mapa de Hierarquia Fluvial, Altimetria e Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio: A) Altimetria da bacia hidrográfica; B) Declividade em graus da bacia do rio Paraíba do Meio. C) Hierarquia fluvial, chegando até sexta ordem.

Seu padrão de drenagem se apresenta, graças a sua estrutura, como dendrítico, como pode ser observado na tabela 1, junto com as outras análises lineares.

Tabela 1. Análise linear.

Análises		Unidades de medida	Alto Curso Total	
Análise linear	Hierarquia Fluvial	Ordem	6 ^a	
	Padrão de drenagem	Classe	Dendrítica	
	Relação de bifurcação	1 ^a -2 ^a Ordem		2,07
		2 ^a -3 ^a Ordem		2,80
		3 ^a -4 ^a Ordem		2,54
		4 ^a -5 ^a Ordem		2,11
		5 ^a -6 ^a Ordem		2,15
	Comprimento do curso principal (L)	Km	192, 53	

	Índice de sinuosidade	IS	1,54
--	-----------------------	----	------

De acordo com Gomes (2014, p. 175) “[...] a relação de bifurcação reflete diretamente na permeabilidade dos solos, quanto maior o valor obtido, maior será a impermeabilidade do local.”, no caso os canais de 1^a-2^a ordem, com o valor de 2,07, apresentam maior permeabilidade, enquanto os de 2^a-3^a ordem, com valor de 2,80 apresentam os de maior impermeabilidade.

Analisando percurso do rio principal, mostra que ele é possuidor de 192, 53 Km, e seu índice de sinuosidade é de 1,54, sendo influenciada por sua declividade predominantemente ondulada.

A área e perímetro da bacia foram calculadas por intermédio de processos computacionais utilizando-se dos software ArcGis 10.3.1, gerando os dados a partir do MDE do local alvo da pesquisa. A área da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio compreende 3143 Km², com um perímetro de 405 Km, tudo isso sendo constatado nos dados da tabela 2.

Tabela 2. Análise areal.

Análises	Unidades de medida	Alto curso total
Análise areal	Área da bacia (A)	Km ²
	Perímetro (P)	Km
	Índice de circularidade (Ic)	Ic
	Densidade de drenagem (Dd)	Km/Km ²
	Coefficiente de manutenção (Cm)	Km ²

De acordo com Gomes:

Quanto mais próximos 1,0 forem os valores obtidos, mais circular será a forma da bacia e mais vulnerável essa bacia será a eventos de enchentes, pois grande parte do escoamento superficial chegará quase de forma uniforme ao cana principal reduzindo a capacidade de infiltração da água no solo. (Gomes, 2014, p. 176)

No caso a bacia é possuidora de um pequeno Ic, logo apresenta baixa vulnerabilidade a enchentes.

Analisando a densidade de drenagem, que é explicada por Torres (2012, p. 58) dizendo que Beltrame (1994) definiu a densidade de drenagem em baixa quando o resultado da equação for menor que 0, 50, mediana quando for entre 0, 50 e 2, 00, alta quando estiver de 2, 01 até 3, 50 e quando passar de 3, 50 será configurada como muito alta, no caso, a bacia analisada contém uma densidade de drenagem mediana, pois o resultado da equação aplica resulta em 0, 71.

O coeficiente de manutenção como é explicado por Gomes (2012, p. 177) Christofolletti (1980) como cálculo feito para saber a área mínima necessária para a manutenção de um metro do canal de escoamento, no caso o resultado ficou como 1,4084 Km².

De acordo com Gomes:

As análises hipsométricas são de fundamental importância para o conhecimento do arranjo estrutural e o comportamento da erosão, pois a variação de altimetria e da declividade nos permite identificar os locais mais suscetíveis para que a erosão ocorra e as áreas de maior deposição de sedimentos. (Gomes, 2012, p. 177)

Observando as análises, a maior parte da bacia está dentro de onde o relevo pode ser considerado forte-ondulado e montanhoso com 13,66°-18,90°, com 24,30% e 18,90°-26,16° com 34,23% da área da bacia do rio Paraíba do Meio respectivamente, outra classe muito

presente é a da declividade escarpada, devido algumas variações de elevação drásticas que ocorrem na área que a bacia abrange, 26,16°, 49,12% da área da bacia.

Apesar de possuir uma parcela consideravelmente de declividades escarpadas, em sua declividade média, com o resultado 2,41, mostra que ela é possuidora em sua maior parte de um relevo plano e suave ondulado, levando em consideração a classificação apresentada numa tabela por Torres (2012, p. 64).

Tabela 3. Classes de relevo e suscetibilidade à erosão

Declividades	Relevo	Suscetibilidade à erosão
Até 8%	Plano e suave ondulado	Ligeira
$>8 \leq 20$	Ondulado	Moderada
$>20 \leq 45$	Forte ondulado	Forte
>45	Montanhoso e escarpado	Muito Forte

Quando comparado com bacias hidrográficas da região, resultado do coeficiente de manutenção acaba por relevar que, a bacia que tiver o maior número do resultado da equação, acabara por ser também a que apresentará a maior probabilidade de erosão ocasionada por processos hídricos, além disso o coeficiente de rugosidade pode ser usado para direcionar o potencial do uso da terra para agricultura, pecuária, ou reflorestamento (TORRES, 2012).

Tabela 4. Análise hipsométrica.

Análises		Unidades de medida	Resultado
Análise hipsométrica	Amplitude altimétrica	M	1027,11
	Hipsometria	Amplitude mínima (M)	-0,649992
		Amplitude máxima (M)	1027,749992
	Coefficiente de rugosidade		1,71
Classe de declividade	Superfície	Declividade em graus	%/ Área (km ²)
	Plano	$<4,57^\circ$	$<7,99$
	Suave Ondulado	$4,57^\circ-8,97^\circ$	$7,99 - 15,79$
	Ondulado	$8,97^\circ-13,66^\circ$	$15,79 - 24,30$
	Forte-Ondulado	$13,66^\circ-18,90^\circ$	$24,30 - 34,23$
	Montanhoso	$18,90^\circ-26,16^\circ$	$34,23 - 49,12$
	Escarpado	$26,16^\circ$	$49,12$
Declividade média (DM)	Declividade	Declividade	Suscetibilidade à erosão
	2,41	Plana e suave ondulado	Ligeira

O perfil longitudinal de acordo com Gomes (2012, p. 177) “[...] forma uma linha irregular permitindo avaliar os locais onde o curso de água possui maior energia para o transporte de sedimentos.”, no caso o perfil longitudinal da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio apresenta seu ponto mais alto acima dos 800 metros de altura.

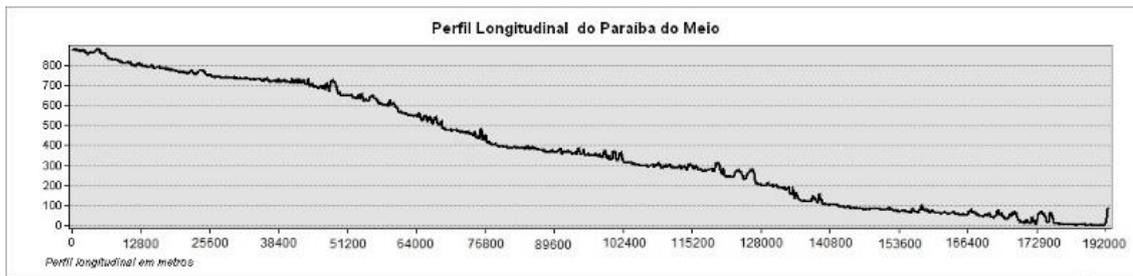


Figura 3. Perfil longitudinal do rio Paraíba do meio

4. Conclusões

Os resultados da análise morfométrica do rio Paraíba do Meio é um estudo que é contribuinte para melhor se ter a compreensão das características geomorfológicas da bacia, e de uma entendimento mais detalhado acerca de sua dinâmica hidrológica.

Com esse estudo foi possível analisar a bacia hidrográfica, adquirindo assim um maior conhecimento sobre suas características físicas, e assim esse trabalho poderá contribuir como base de futuros estudos na área, oferecendo tanto dados qualitativos quanto quantitativos, que poderão ser usados para o desenvolvimento de análises mais aprofundadas acerca de diversos parâmetros que compreendem e influenciam toda a bacia hidrográfica de forma mais aprofundada, visando ter maior compreensão sobre a dinâmica da bacia hidrográfica para que se tenha conhecimento, para elaborar melhores planejamentos, para que assim se possa usufruir da melhor forma possível dos recursos que a bacia dispõe.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade de Pernambuco - UPE, e ao CNPq, pela concessão das bolsas de iniciação científica e financiamento das pesquisas.

Referências bibliográficas

- ALCÂNCATARA, Enner Herenio. AMORIM, Alexsandro de Jesus. Análise morfométrica de uma bacia costeira: um estudo de caso. **Caminhos de Geografia** 7(14)70-77, Fev/2005.
- ALMEIDA, Tati de, BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello, BRITES, Ricardo Seixas, MENEZES, Paulo Roberto, ROSA, Antonio Nuno de Castro Santa Rosa, SANO, Edson Eyji, Souza, Edilson Bias. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília, 2012
- BERTRAND, G. Paysage et Geographie Physique Global, Revue Geographique des pyrénées et du Sud-Ouest. Toulouse: 39(3):242-272, 1968.
- CREPANI, Edison. MEDEIROS, José Simeão de. FILHO, Pedro Hernandez. DIAS, Leonice Seolin. BENINI. Sandra Medina. **Estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas**. 1. Ed. Tupã: ANAP, 2014.
- COSTA, Samuel Othon de Souza. RAMOS, Renilson Pinto da Silva. DEUS, Rodolfo Alexandre Gomes de. SILVA, Suzana de Araújo. GOMES, Daniel Dantas Moreira. Caracterização fisiográfico do município de Garanhuns-PE. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. V. 19, n. 2, mai-ago. 2015, p. 1535-1544.

Curso online gratuito de ArcGis em Português. Disponível em: <http://andersonmedeiros.com/curso-online-de-arcgis-em-portugues/>. Acesso em: 02/02/2015.

DUARTE, Paulo Araújo. **Fundamentos de Cartografia**. 3. Ed. Editorada da UFSC, 2008.

FERREIRA, Clarisse Wanderley de Souza. LIMA, Camila de Souza. CALVACANTI, Lucas Costa de Souza. SANTOS, Alessandro Hebert de Oliveira. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do açude Cachoeira II, no município de Serra Talhada-PE, Brasil. VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, II Seminário Ibero Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra, Maio de 2010. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF>>. Acesso em: 02/01/2016.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicações**. Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Texto, 2011

GOMES, D. D. M. Análise e compartimentação morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú. **Revista de Geologia- UFC**. Fortaleza/ Ceará, 2014.

GOMES, Daniel Dantas Moreira. DUARTE, Cynthia Romariz. VERÍSSIMO, César Ulisses Vieira. LIMA, Djenane Regina Maia. Análise e compartimentação morfométrica da bacia hidrográfica rio Mundaú-Pernambuco/Alagoas. **Revista de Geologia**, Vol. 27, nº 2, 167-182, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Manuais técnicos em geociências. 2ª. Ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

MACHADO, Ricardo Augusto Souza. LOBÃO, Jocimara Souza Britto. VALE, Raquel de Matos Cardoso do. SOUZA, Ana Paula Mascarenhas Jesus de. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1441. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/>>. Acesso em: 07/04/2016.

MOREIRA, Adolfo Átila Cabral. COSTA, Celme Torres F da. TAVARES, Paulo Roberto Lacerda. MENDONÇA, Luiz Alberto Ribeiro Mendonça. Caracterização morfométrica e hidrológica da bacia hidrográfica do rio Salamanca, Barbalha, CE. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.acquacon.com.br/xixsbrh/>>. Acesso em: 05/04/2016.

MURGEL, Rodrigo Arruda de Toledo. REZENDE, Jozrael Henriques. Caracterização Morfométrica, Hidrológica e Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Barra Mansa – Jahu-SP. Anais - 4o Simpósio de Tecnologia em Meio Ambiente e Recursos Hídricos – FATEC – Jahu. Disponível em: <https://issuu.com/rimaeditora/docs/anaisjahu>>. Acesso em: 04/04/2016.

NICOLETE, Donizeti Aparecido Pastori. CARVALHO, Tânia Maria de. POLONIO, Vanessa Durante. LEDA, Victor Costa. ZIMBACK, Célia Regina Lopes. Delimitação automática de uma bacia hidrográfica utilizando MDE TOPODATA: aplicações para estudos ambientais na

região da Cuesta de Botucatu – SP. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/>>. Acesso em: 04/04/2016.

NOVO, E, M, I, M. **Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações**. 4. Ed. São Paulo. Ed

PORTO, Monica F. A. PORTO, Rubem La Laina. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estud. av. vol.22 no.63 São Paulo, 2008.

PRESS, F.; GROTZINGER, J.; SIEVER, R.; JORDAM, T.;T.H. **Para entender a terra**. Tradução: MENEGAT, R. (cood). 6 a edição. Porto Alegre: bookman, 2013.

ROCHA, André Medeiros. MORAIS, Gabriela Rodrigues. LEITE, Marcos Esdras. Análise Morfométrica da Bacia do Rio Vieira, Montes Claros – MG. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/>>. Acesso em: 05/04/2016.

ROCHA, César Henrique Barra. **GEOPROCESSAMENTO Tecnologia transdisciplinar**. Editora do autor, 2003.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. EDUFU, 2009.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. **Geomorfologia-Ambiente e planejamento**. Editora contexto, 1991.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. O relevo brasileiro nas macroestruturas antigas. **Revista Continentes** (UFRRJ), ano 2, n.2, 2013.

SÁ, I. B.; TAURA, T. A.; CUNHA, T. J. F.; SÁ, I. I. S. Mapeamento e caracterização da cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do São Francisco. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2009/>>. Acesso em: 03/04/2016.

SANTOS, Daniel Araujo Ramos do. MORAIS, Fernando de. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da região de Lagoa da Confusão-To. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial, V.3, N.4, p. 617-629, 2012.

SANTOS, Darlison Bentes dos. VIDOTTO, Magno Luiz. BERTINATTO. MARCON, Guilherme Ribeiro de Souza. FRIGO, Elisandro Pires. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio São José, Cascavel, PR. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.2, p. 7-18, 2012.

SOBRINHO, Teodorico Alves. OLIVEIRA, Paulo T. S. RODRIGUES, Dulce B. B. AYRES, Fábio M. Delimitação automática de bacias hidrográficas usando dados SRTM. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.30, n.1, p.46-57, jan./fev. 2010

SILVA, Aichely Rodrigues da. SILVA, Marcelo Francisco da. SANTOS, Luiz Carlos Araújo dos. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Cacaú-MA. **Revista Percursos - NEMO** Maringá, v. 6, n. 2, p. 141- 153, 2014.

STIPP, Nilza Aparecida Frere. CAMPOS, Ricardo Aparecido. CAVIGLIONE, João Henrique. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Taquara-Uma contribuição para os estudos das ciências ambientais. **Portal da Cartografia**, Londrina v. 3 n. 1, 2010.

TANCREDI, Nicola Saverio Holanda. BORGES, Mauricio da Silva. Aplicação de geoprocessamento na análise ambiental das bacias hidrográficas do igarapé Juruti Grande e rio Aruã – Juruti – Pará. Anais XIV - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 6321-6328. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2009/>>. Acesso em 05/04/2016.

TOPODATA. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 07/02/2015.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TRAJANO, Sâmara Rachel Ribeiro da Silva. SPADOTTO, Claudio Aparecido. HOLLER, Wilson Anderson. DALTIO, Jaudete. MARTINHO, Paulo Roberto Rodrigues. FOIS, Natália Santos. SANTOS, Beatriz Barbi de Oliveira. Toschi, Hugo Henrique. LISBOA, Flávia Seixas. Análise Morfométrica de Bacia Hidrográfica – Subsídio à Gestão Territorial Estudo de caso no Alto e Médio Mamanguape. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, **Embrapa Gestão Territorial**, Campinas, SP, 2012.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. IBGE, 1977.