



Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Terra Nova - PE

Morphometric characterization of the watershed Terra Nova River - PE

RODRIGUES, Adriana de Carvalho Figueiredo. Doutorado/Engenharia Agrícola

Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Campus Salgueiro. BR 232, Km 504, sentido Recife, Zona Rural - Salgueiro - PE - Brasil. CEP: 56.000-000 / Telefone: (87) 3421.0050 / E-mail: adriana.figueiredo@ifsertao-pe.edu.br

SILVA, Carlos Wendel Gomes da. Técnico/Edificações

Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Campus Salgueiro. BR 232, Km 504, sentido Recife, Zona Rural - Salgueiro - PE - Brasil. CEP: 56.000-000 / Telefone: (87) 3421.0050 / E-mail: cwendel1@hotmail.com

RODRIGUES, Eriverton da Silva. Mestrado/Física

Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Campus Salgueiro. BR 232, Km 504, sentido Recife, Zona Rural - Salgueiro - PE - Brasil. CEP: 56.000-000 / Telefone: (87) 3421.0050 / E-mail: eriverton.rodrigues@ifsertao-pe.edu.br

GALVÃO, Sandra Regina da Silva. Doutorado/Tecnologias Energéticas Nucleares

Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Campus Salgueiro. BR 232, Km 504, sentido Recife, Zona Rural - Salgueiro - PE - Brasil. CEP: 56.000-000 / Telefone: (87) 3421.0050 / E-mail: sandra.galvao@ifsertao-pe.edu.br

CALDAS, Anildo Monteiro. Doutorado/ Agronomia

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Campus Recife. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - Recife - PE - Brasil. CEP: 52.171-900 / Telefone: (81) 3320.6249 / E-mail: monteiro.dtr.ufrpe@gmail.com

RESUMO

O estudo de uma bacia pode fornecer indicadores que contribuem para a compreensão de suas características morfométricas e que pode auxiliar no seu manejo. Poucas são as informações relacionadas à bacia hidrográfica do rio Terra Nova (BHRTN), afluente do rio São Francisco, localizada no semiárido pernambucano, o que dificulta a compreensão de sua hidrografia e do ambiente. Para contribuir com essas informações, esse estudo objetivou caracterizar a morfometria da BHRTN a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) do sensor SRTM e do uso do software QGIS. Foi realizada a delimitação da bacia e posteriormente determinadas suas características morfométricas, entre elas o fator de forma, índice de circularidade, coeficiente de compacidade, densidade de drenagem e ordem dos cursos d'água. Assim como, foram produzidos mapas de rede de drenagem, de declividade e hipsométrico da BHRTN. A bacia apresenta área de 4.909 km² e perímetro de 583,53 km, com forma irregular e alongada, drenagem de sexta ordem e densidade de drenagem de 0,89 km/km², declividades predominantes que variam de plano a ondulado, altitudes com diferença de elevação de 276 m. A BHRTN possui boa drenagem e sua forma alongada favorece o escoamento superficial, sendo menos propensa a enchentes em condições normais de precipitação.

Palavras-chave: Hidrologia; Geoprocessamento; Manejo de bacia.

ABSTRACT

The study of a basin can provide indicators that contribute to the understanding of its morphometric characteristics and that can assist in its management. There is little information related to the watershed of the Terra Nova River (BHRTN), a tributary of the São Francisco River, located in the Pernambuco semiarid region, which makes it difficult to understand its hydrography and the environment. To contribute to this information, this study aimed to characterize the BHRTN morphometry using the Digital Elevation Model (DEM) of the SRTM sensor and the use of the QGIS software. The basin was delimited and its morphometric characteristics were subsequently determined, including the shape factor, circularity index, compacity coefficient, drainage density and order of water courses. As well, BHRTN drainage, slope and hypsometric maps were produced. The basin has an area of 4,909 km² and a perimeter of 583.53 km, with an irregular and elongated shape, sixth-order drainage and drainage density of 0.89 km / km², predominant slopes that vary from flat to wavy, altitudes with a difference of elevation of 276 m. BHRTN has good drainage and its elongated shape favors surface runoff, being less prone to flooding under normal precipitation conditions.

keywords: Hydrology; Geoprocessing; Basin Management.



Introdução

A bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d' água ou um sistema conectado de cursos d' água, dispendo de uma simples saída para que toda vazão efluente seja descarregada (VIESSMAN; HARBAUGH; KNAPP, 1972), considerada um ente sistêmico, onde se realizam os balanços de entrada proveniente da chuva e saída de água através do exutório (PORTO; PORTO, 2008).

O manejo de sustentabilidade hídrica é um dos instrumentos essenciais para a gestão da bacia por meio da ação integrada de todas as esferas governamentais, sociedade civil e a comunidade técnico-científica (ANDRADE et al., 2008). Segundo Porto; Porto (2008, p. 43), “a questão central que deve reger a gestão é a integração dos vários aspectos que interferem no uso dos recursos hídricos e na sua proteção ambiental”.

De acordo com Trajano et al. (2012), uma ferramenta estratégica para a gestão territorial é a gestão dos recursos hídricos e para esses fins, as bacias hidrográficas por serem áreas de captação natural da água e de diversas atividades antrópicas, são adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação. Segundo Vasco et al. (2011), alterações na dinâmica natural dos ecossistemas em função da ação humana podem ser observada em diversas bacias hidrográficas, refletindo a necessidade de estudos integrados que contemplem a compreensão do funcionamento básico dessas bacias.

A análise das características morfométricas de bacias hidrográficas é essencial para o desenvolvimento de estudos ambientais (OLIVEIRA et al., 2010). A caracterização morfométrica consiste na estimativa de parâmetros físicos que influenciam em seu regime hidrológico, tais como fator de forma, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, densidade de drenagem. As informações geradas podem subsidiar o processo de planejamento integrado destas unidades de gerenciamento territorial e dos recursos hídricos (SOARES et al., 2016).

Nesse sentido, Trajano et al. (2012), afirmam que esses parâmetros facilitam a compreensão dos fatores que afetam o comportamento das bacias e auxiliam na tomada de decisão e na elaboração de planos de gestão. Corroborando com esses aspectos, Soares et al. (2016, p. 83) afirmam que:

Abordagens que integrem informações obtidas nos cálculos dos índices morfométricos são essenciais no processo de planejamento. A utilização das informações geradas pode subsidiar a delimitação de estratégias de gerenciamento ambiental, uma vez que apresentam diversas possibilidades de integração com a dinâmica de uso e cobertura do solo, qualidade de água, potencial erosivo, exploração de recursos ambientais e dinâmica socioeconômica de determinada área, oferecendo suporte ao processo de planejamento ambiental integrado das bacias hidrográficas em análise.

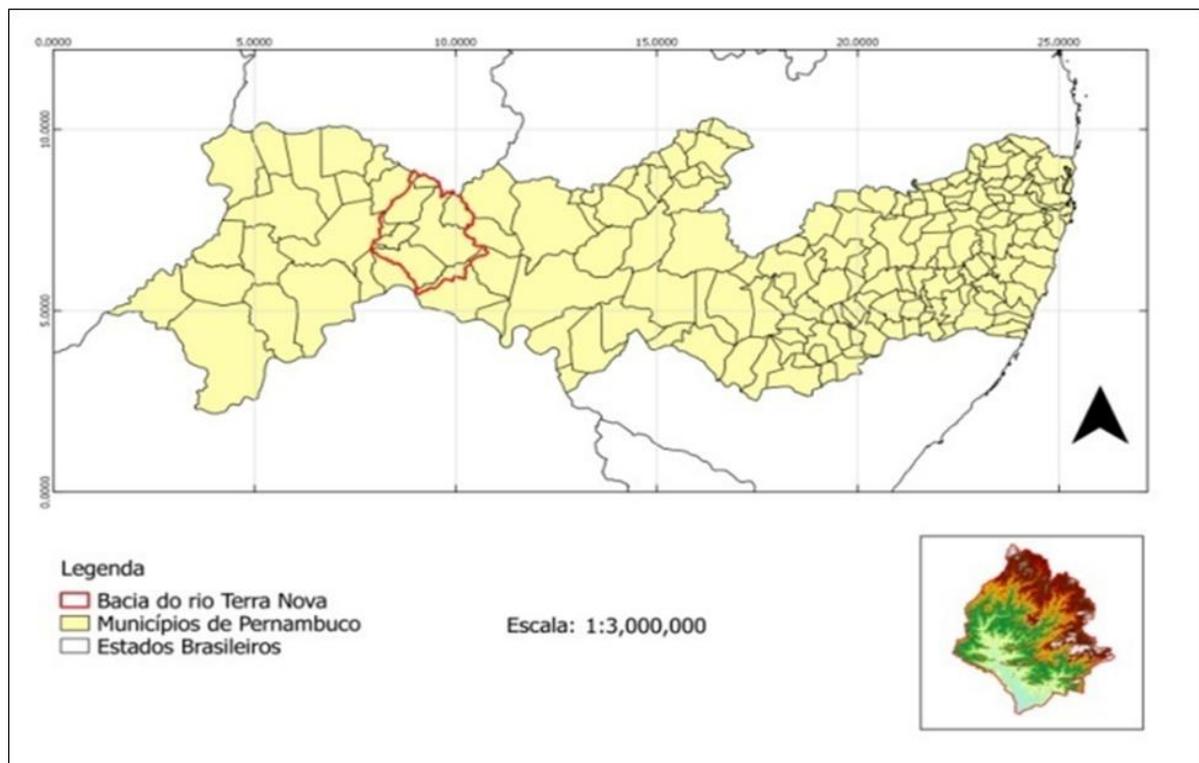
A bacia hidrográfica do rio Terra Nova (BHRTN) faz parte dos principais afluentes do rio São Francisco e encontra-se localizada na região semiárida de Pernambuco. Segundo Padilha; Zanghetin; Ortega (2004), o regime de chuvas dessa região é caracterizado por longos períodos de estiagem, com secas prolongadas. De acordo com a ANA (2002), a BHRTN apresenta volume razoável de água no período chuvoso da região.

Nesse contexto, torna-se necessário estudos que caracterizem a bacia do rio Terra Nova, visto que poucas são as informações relacionadas a mesma. Assim, esse trabalho objetivou realizar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Terra Nova-PE, visando subsidiar estudos hidrológicos e ambientais.

Material e métodos

A área de estudo compreende a BHRTN (Figura 1), localizada no Sertão de Pernambuco, entre 7° 40' 20" e 8° 36' 57" Latitude S e 38° 47' 04" e 39° 35' 58" de Longitude W (SALES, 2001). Segundo a classificação de Köpper a região apresenta um clima semiárido quente. A precipitação pluviométrica do Semiárido brasileiro é marcada pela variabilidade espaço-temporal, que, associada aos baixos totais anuais sobre a região, resulta na frequente ocorrência de dias sem chuva, ou seja, veranicos, e conseqüentemente, em eventos de "seca" (CORREIA et al., 2011).

Figura 1: Localização da bacia do Rio Terra Nova - PE



Fonte: Pesquisa direta.

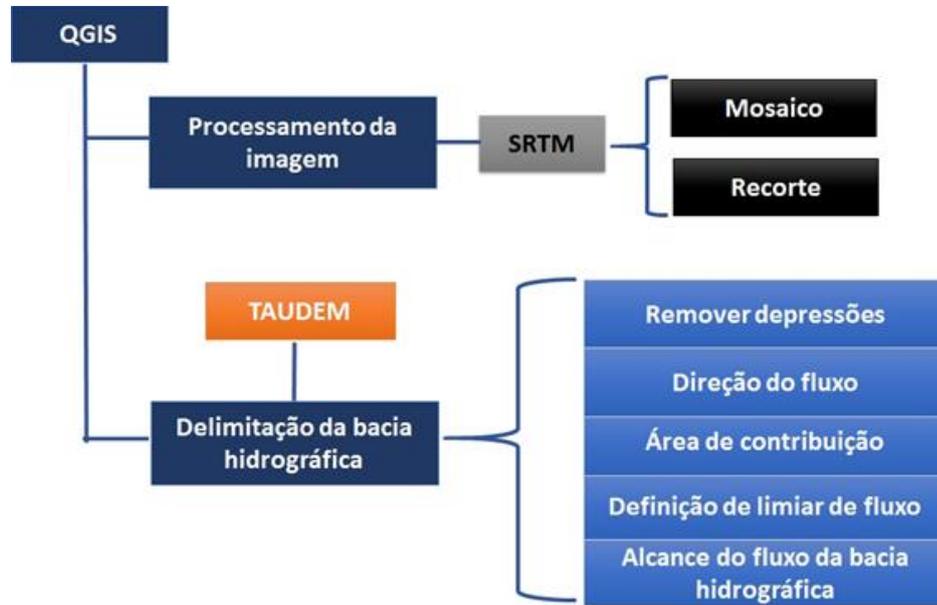
A área de drenagem da BHRTN envolve 12 municípios: três totalmente inseridos na bacia, compreendendo a Cedro, Salgueiro e Terra Nova; dois possuem sede na bacia, Serrita e Verdejante; e 7 estão parcialmente inseridos, Belém do São Francisco, Cabrobó, Carnaubeira da Penha, Mirandiba, Orocó, São José do Belmonte e Parnamirim (APAC, 2020).

A Figura 2 apresenta o fluxograma das etapas do processamento das imagens para obtenção das características morfométricas da BHRTN. A delimitação da bacia, assim como a rede de drenagem foram obtidas por meio de dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) do Shuttle Radar Topography



Mission (SRTM), com resolução espacial de 30 metros, obtidas no site da USGS - Science for a changing world.

Figura 2: Fluxograma de processamentos das imagens.



Fonte: Pesquisa direta.

O software utilizado para o processamento das imagens SRTM foi o Quantum-GIS, que é um sistema de informação geográfica e licenciado sob a General Public License (GNU), de uso livre. Foram utilizadas 04 imagens SRTM (s08_w039_1arc_v3, 08_w040_1arc_v3, s09_w039_1arc_v3, s09_w040_1arc_v3), sendo necessário realizar o mosaico para obter uma imagem que compreendesse a área que abrange a bacia, sendo esse projetado do sistema de coordenadas geográficas para o sistema de coordenadas planas (UTM).

Para reduzir o tamanho da imagem e contribuir para o seu processamento, realizou-se o recorte do mosaico utilizando uma geometria retangular na qual a bacia encontrava-se inserida. Para a determinação das características geométricas da bacia utilizou-se a extensão TauDEM - Terrain Analysis Using Digital Elevation Model. A extensão é gratuita e foi obtida no site da UtahState University (<http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5/downloads.html>).

A delimitação da bacia hidrográfica foi realizada automaticamente, de acordo com os passos descritos por Schmitt; Moreira (2015) para a obtenção do divisor topográfico. Foi utilizado o QGIS para o processamento das imagens SRTM, gerando o recorte e o mosaico, e seu complemento TAUDEM para a delimitação da bacia hidrográfica, remoção de depressões, cálculo da direção de fluxo e da área de contribuição, além da definição do limiar de fluxo e do alcance do fluxo da bacia hidrográfica. Os mapas de rede de drenagem e de declividades foram gerados através das ferramentas do TAUDEM e o mapa hipsométrico por meio da renderização de bandas (“Banda simples cinza” para “Banda simples falsa-cor”).



A ordem dos cursos d'água reflete o grau de ramificação dentro de uma bacia, estando assim relacionada com sua capacidade de captação de águas superficiais (BARIANI; BARIANI, 2016). Para a determinação da ordem dos cursos d'água, utilizou-se a classificação apresentada por Strahler (1957), em que os canais sem tributários são designados de primeira ordem, os de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem, e os de terceira ordem tem sua origem na confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente (SILVEIRA, 2001 *apud* CARDOSO et al., 2006).

A Tabela 1 apresenta as classes de declives propostas pela Embrapa (1979), utilizadas para gerar o as classes do mapa de declividades desse estudo.

Tabela 1. Classes de declividade e discriminação do relevo.

Declividade (%)	Discriminação
0-3	Relevo plano
3-8	Relevo suavemente ondulado
8-20	Relevo ondulado
20-45	Relevo fortemente ondulado
45-75	Relevo montanhoso
>75	Relevo fortemente montanhoso

Fonte: Embrapa (1999).

Foram determinadas as seguintes características morfométricas: Área de drenagem (A) e Perímetro (P). A área de drenagem compõe todo o sistema fluvial delimitado por seus divisores de água, projetada de forma horizontal. E o perímetro representa a linha imaginária formada pelo divisor de águas topográfico que contorna toda a bacia hidrográfica (TEODORO et al., 2007). Além dessas, calculou-se o fator de forma (F), o coeficiente de compacidade (Kc), o índice de circularidade (Ic), a densidade de drenagem (Dd) e a ordem dos cursos d'água.

O fator de forma relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, sendo a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (CARDOSO et al., 2006). Determina-se o comprimento axial da bacia medindo axialmente do exutório até o ponto mais alto do talvegue (RIBEIRO; PEREIRA, 2013). Esse fator é calculado através da Equação 1:

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

em que: A é a área de drenagem (m²) e L o comprimento do eixo da bacia (m).

Determina-se o coeficiente de compacidade através da relação da forma da bacia com um círculo (Equação 2). Esse índice constitui a relação entre o perímetro da bacia com uma circunferência de área igual ao da bacia hidrográfica (VILLELA; MATTOS, 1975), conforme a Equação 2:



$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

em que: P é o perímetro da bacia (m), A é a área de drenagem (m^2) e o valor do Kc é um número adimensional.

Segundo Cardoso et al. (2006), juntamente ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que sua forma se torna alongada. Esse índice é calculado através da Equação 3:

$$Ic = \frac{12,57A}{P^2} \quad (3)$$

em que: A é a área de drenagem (m^2) e P é o perímetro da bacia (m).

Segundo Schumm (1956), $Ic = 0,51$ indicam escoamento superficial moderado e pequena probabilidade de cheias rápidas; $Ic > 0,51$ demonstra que a bacia é circular, o que favorece os processos de inundação; $Ic < 0,51$ caracteriza bacia mais alongada, o que contribui para o escoamento superficial.

A densidade de drenagem indica a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica (VILLELA; MATTOS, 1975). Esse parâmetro é calculado através da Equação 4:

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (4)$$

em que: Lt é o comprimento total de todos os canais (km) e A é a área de drenagem (km^2).

Resultados e discussão

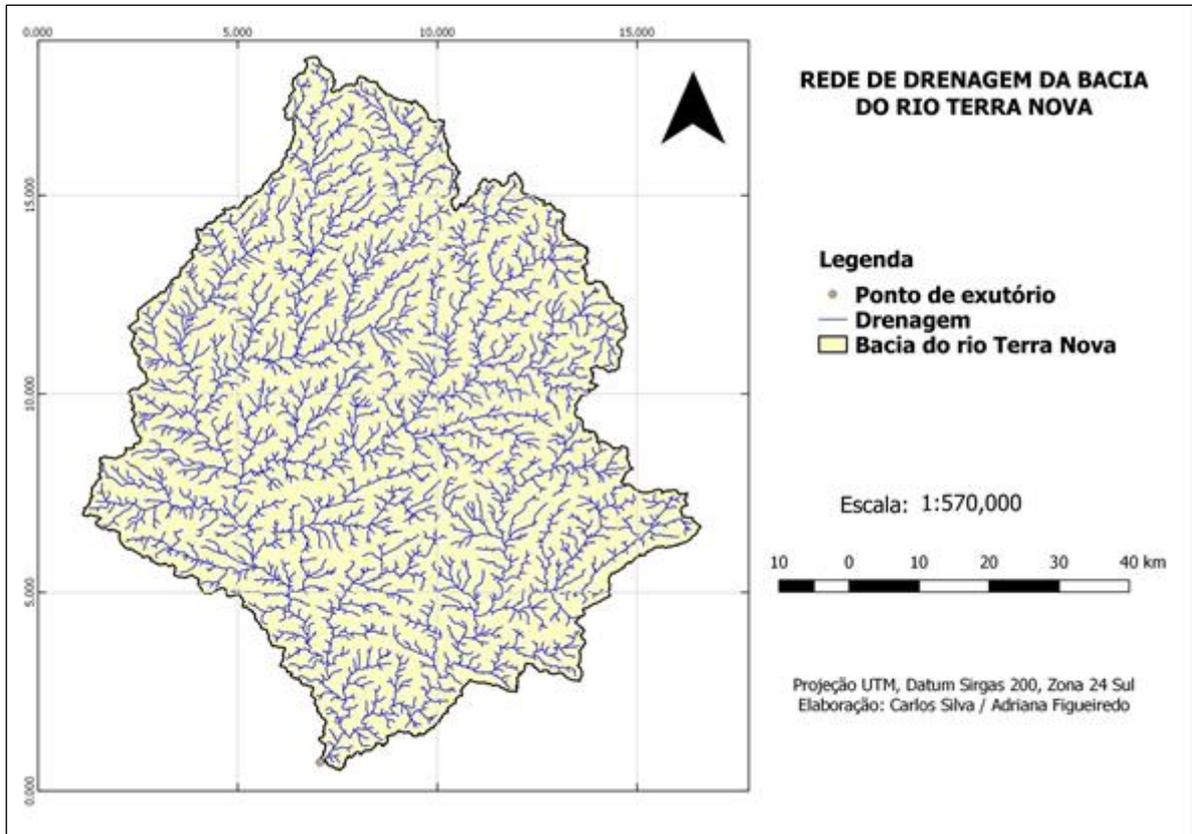
Para a delimitação automática da BHRTN, utilizando o software QGIS, obteve-se uma área de drenagem de 4909 km^2 , o que enquadra essa bacia na categoria de mesocapitação em termos de escala (BECK et al., 2013). Entretanto, não existe um consenso entre a comunidade científica para classificar as bacias hidrográficas nesse aspecto, contudo, Calijuri; Bubel (2006), Attanasio (2004), utilizaram aspectos inerentes a processos ecológicos, geomorfológicos, hidrológicos, biológicos e sociais para classificar microbacias. Obteve-se o perímetro de $583,53 \text{ km}$ para a BHRTN.

De acordo com a classificação de bacias proposta por Christofolletti (1974), quanto ao escoamento global, a BHRTN é exorreica, por fazer parte de um conjunto de bacias do rio São Francisco que desagua no mar. Ainda segundo o autor, o padrão de drenagem formado pelos cursos d'água (Figura 3), é do tipo dendrítico. O padrão de drenagem do tipo dendrítico ocorre em função do tipo de rocha e das estruturas geológicas e tectônicas presentes na bacia (OLSZEWSKI et al., 2011).

A BHRTN apresenta comprimento total de todos os canais igual a 4.127 km . Em relação à hierarquia de drenagem de Strahler (1957), a BHRTN possui ramificação de sexta ordem, apresentando

uma boa rede de drenagem, quanto mais ramificada a rede mais eficiente é o sistema de drenagem da bacia (CALDAS, 2007).

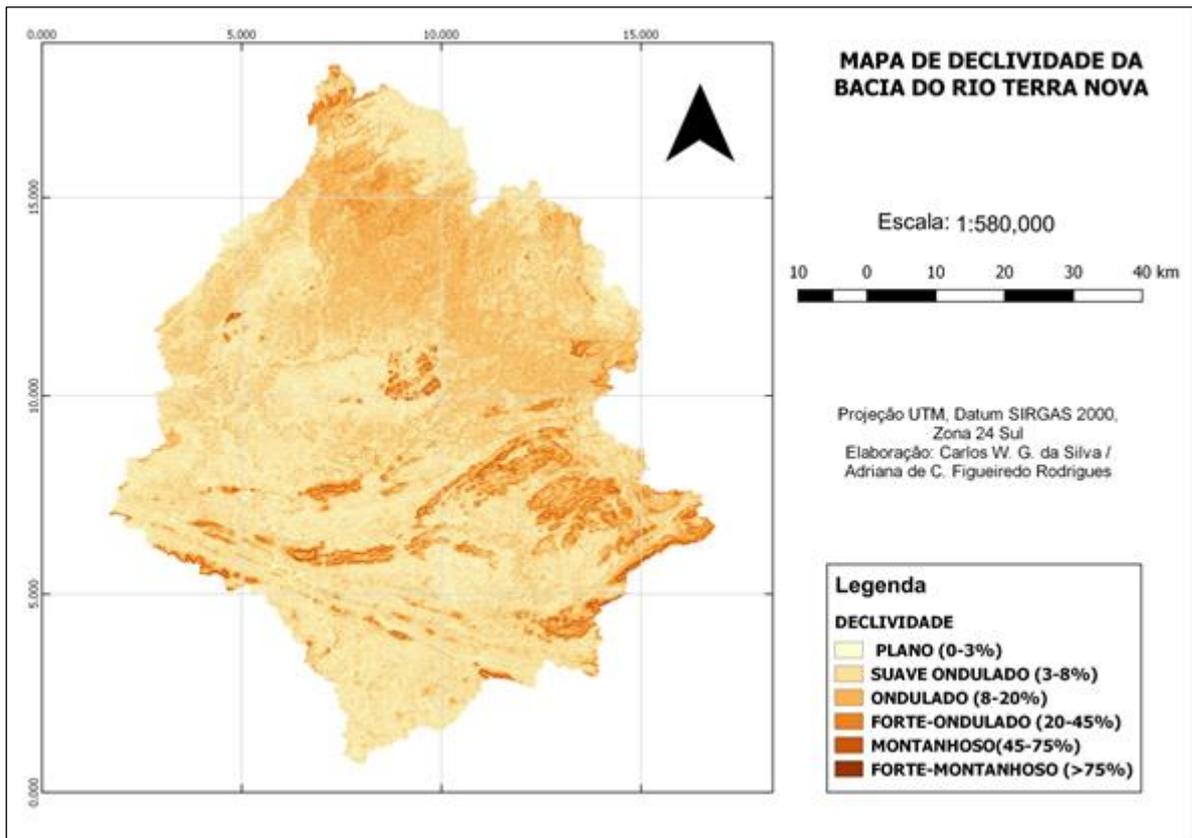
Figura 3: Rede de drenagem da BHRTN.



Fonte: Pesquisa direta.

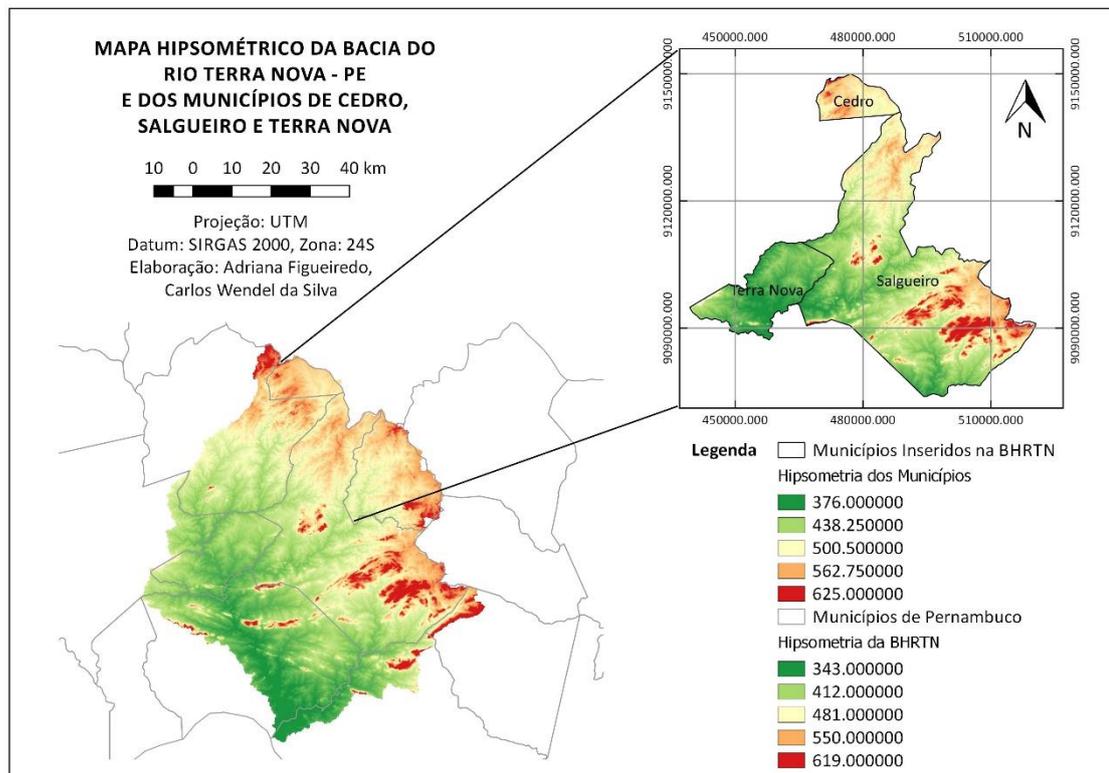
A bacia apresenta uma densidade de drenagem de $0,89 \text{ km/km}^2$. A densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia. Esses valores ajudam substancialmente o planejamento do manejo da bacia hidrográfica (BARIANI; BARIANI, 2016), por sua relação com variáveis do meio físico, como é o caso do relevo e do uso e ocupação do solo (HIRUMA et al., 1994).

A declividade do terreno é expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno, em relação à distância que os separa (TONELLO et al., 2006). O mapa de declividade da BHRTN mostrou que as declividades predominantes variam de plano a ondulado (Figura 4), com inclinações de 0-3%, 3-4% e 8-20%.

Figura 4: Mapa de declividade da BHRTN.

Fonte: Pesquisa direta.

A Figura 5 apresenta o mapa hipsométrico da BHRTN e dos três municípios totalmente inseridos na mesma. Pode-se verificar que no mapa dos municípios a variação de altitude é de 376 m a 625 m, com uma diferença de 249 m entre a maior e menor elevação. Entretanto, a BHRTN apresenta altitudes que variam de 343 m a 619 m e diferença de elevação que compreende a 276 m.

Figura 5: Mapa Hipsométrico da BHRTN e municípios vizinhos.

Fonte: Pesquisa direta.

No tocante aos demais parâmetros morfológicos da bacia, o fator de forma da bacia é de 1,12. O coeficiente de compacidade de 2,33, mostra que a bacia não está sujeita a grandes enchentes em condições normais de precipitação, excluindo-se eventos de intensidades anormais (CARDOSO et al. 2006). Segundo Bariani; Bariani (2016), quanto mais irregular for uma bacia, maior será seu perímetro comparado com um círculo da mesma área, o que leva ao aumento do coeficiente de compacidade. Dessa forma, o valor de Kc da BHRTN demonstra que ela apresenta forma irregular.

O índice de circularidade da BHRTN é de 0,18. Segundo Soares et al. (2016), o fator de forma e o índice de circularidade estão associados ao formato geométrico da bacia e, os valores verificados indicam, de acordo com Schumm (1956), que a bacia se apresenta mais alongada, o que favorece o escoamento superficial e conseqüentemente, segundo Villela e Mattos (1975), apresenta menor concentração de deflúvio, o que confirma menor risco de enchentes nas condições normais de precipitação (SANTOS, 2012).

Resultados semelhantes foram encontrados por Fernandes; Oliveira; Rocha (2018), em estudo sobre as características morfométricas na bacia hidrográfica do rio de Ondas, com valores de 0,19 e 0,26, respectivamente para Ic e F. Segundo os autores, esses valores, assim como o encontrado para o KC (2,28), sugerem que a bacia possui um formato alongado e pouca susceptibilidade a picos de enchentes.

Conclusões



A caracterização morfométrica mostrou que a bacia hidrográfica do rio Terra Nova apresenta área de drenagem de 4909 km², enquadrando-a na categoria de bacia com mesocapitação, e perímetro de 583,53 km.

A bacia apresenta escoamento global do tipo exorreica. Com relação ao padrão de drenagem é do tipo dendrítico, com ramificações de sexta ordem, refletindo em boa drenagem e sua densidade de drenagem é de 0,89 km/km². As declividades predominantes na bacia variam de plano a ondulado (0 a 20% de inclinação) e as altitudes variam de 343 m a 619 m, com diferença de elevação que compreende a 276 m. Os resultados para F, Ic e Kc, mostraram que a bacia apresenta forma irregular e alongada, sendo menos propensa a enchentes em condições normais de precipitação.

Os resultados desta pesquisa servirão para subsidiar futuros estudos, mais complexos, como, riscos de inundações e incêndios florestais, conflito de uso do solo e vulnerabilidade hídrica os quais servirão para tomada de decisão do poder público na implantação de políticas de uso do solo. Para maior detalhamento sobre a morfometria da bacia hidrográfica, pretende-se continuar os estudos a partir da divisão em microbacias, analisando-as individualmente.

Referências

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS / INSTITUTO MANOEL NOVAES PARA O DESENVOLVIMENTO DO SÃO FRANCISCO - IMAN. **Relatório programa de mobilização para formação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Coordenação Estadual de Pernambuco, 2002.

ANDRADE, N. L. R; XAVIER, F. V.; ALVES, E. C. R. F.; SILVEIRA, A.; OLIVEIRA, C. U. R. Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do Rio Manso - MT. **Geociências**, v. 27, n. 2, p. 237-248, 2008.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Bacias Hidrográficas - Rio Terra Nova**. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=22>. Acesso em: 24 de abr. de 2020.

ATTANASIO, C.M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. 2004. 193p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BARIANI, C. J. M. V., BARIANI, N. M. V. Aplicação da caracterização morfométrica com dados SRTM para análise de enchentes em microbacias urbanas. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 20, n.2, p. 135-146, 2016.

BECK, H. E.; BRUIJNZEEL, L. A.; van DIJK, A. I. J. M.; McVICAR, T. R.; SCATENA, F. N.; SCHELLEKENS, J. The impact of forest regeneration on streamflow in 12 mesoscale humid tropical catchments. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.17, p.2613-2635, 2013.

CALDAS, A. M. **Solos, antropização e morfometria da microbacia do Prata, Recife, PE**. 2007. 130 f. Dissertação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

CALIJURI, M.C.; BUBEL, A.P.M. Conceituação de Microbacias. In: LIMA, W de P.; ZAKIA, M.J.B. (Orgs.) **As florestas plantadas e a água**. Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: Ed. RiMA, 2006. 226p.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n.2, p.241-248, 2006.



CORREIA, R. C.; KIILL, L. H. P.; MOURA, M. S. B.; CUNHA, T. J. F.; JESUS JUNIOR, L. A.; ARAÚJO, J. L. P. A região Semiárida Brasileira. In: Voltolini, T.V. (Org.). **Produção de caprinos e ovinos no semiárido**. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, v. 1, p. 21-48, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ed. Edgard Blucher Ltda e EDUSP, 1974. 149 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Serviço de Produção de Informação, 1999. 412 p.

FERNANDES, F.; OLIVEIRA, M. S. C.; ROCHA, F. A. Análise das características morfométricas da bacia hidrográfica do rio de Ondas, BA. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 2, n. 2, p. 55-71, 2018.

HIRUMA, S. T.; PONÇANO, W. L. Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfopedológicos na área do alto rio Pardo, SP e MG. **Revista do Instituto Geológico**, v. 15, n.1/2, p. 49-57, 1994.

OLIVEIRA, P. T. S. DE; ALVES SOBRINHO, T.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B. Morphometric characterization of watershed through SRTM data. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 819-825, 2010.

OLSZEWSKI, N.; FERNANDES FILHO, E. I.; COSTA, L. M. da ; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUZA, E. de ; COSTA, O. V. Morfologia e aspectos hidrológicos da bacia hidrográfica do rio Preto, divisa dos estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 35, p. 485-492, 2011.

PADILHA, J. A.; ZANGHETIN, M. F. L.; ORTEGA, E. O uso da água nas micro-bacias hidrográficas do semi-árido do nordeste brasileiro e o conceito base zero. In: **Proceedings of IV Biennial International Workshop "Advances in Energy Studies"**. Unicamp, Campinas, SP, Brazil, p. 65-72, 2004.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, p. 43-60, 2008.

RIBEIRO, G. F.; PEREIRA, S. Y. Análise morfométrica da bacia hidrográfica Vargens de Caldas, Planalto de Poços de Caldas, MG. **Terrae (Online)**, v. 10, p. 15-20, 2013.

SALES, L. T. **Avaliação dos Peixamentos realizados em açudes das bacias hidrográficas dos Rios Brigida, Terra Nova, Pajeú e Moxotó (Pernambuco - Brasil)**. 2001, Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais). Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil. 108 f.

SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, p. 195-211, 2012.

SCHMITT, A; MOREIRA, C.R. Manejo e gestão de bacia hidrográfica utilizando o software gratuito Quantum-GIS. **Revista Cultivando o Saber**, Edição Especial, p. 125-137, 2015.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956.

SOARES, S. L.; LOPES, W.G.R.; CASTRO, A. C. L.; ARAUJO, G. M. C. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 31, p. 82-100, 2016.

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

TEODORO, V. L. I.; FULLER, B. B.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista UNIARA**, v. 20, p. 137-156, 2007.



RODRIGUES, A.C.F.; SILVA, C.W.G.; RODRIGUES, E.S.R.; GALVÃO, S.R.S.; CALDAS, A.M.
Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Terra Nova - PE

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

TRAJANO, S. R. R. S.; SPADOTTO, C. A.; HOLLER, W. A.; DALCIO, J.; MARTINHO, P. R. R.; FOIS, N. S.; SANTOS, B. B. O.; TOSCHI, H. H.; LISBOA, F. S. Análise Morfométrica de Bacia Hidrográfica. Subsídio à Gestão Territorial Estudo de caso no Alto e Médio Mamanguape. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Campinas, SP: Embrapa Gestão Territorial, v. 1, p. 1-34, 2012.

VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S., MÉLLO JUNIOR, A. V., GARCIA, C. A. B., NOGUEIRA, L. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do Rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água**, v.6, n.1, p.118-130, 2011.

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