

IX-033 – ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUNDIAÍ NO MUNICÍPIO DE BOM JESUS-RN

Giovana Cristina Santos de Medeiros⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Mestre em Engenharia Sanitária pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental (PPGESA/UFRN). Professora Substituta do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Jean Leite Tavares⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba (Campina Grande). Mestre em Engenharia Sanitária/Recursos Hídricos pela Universidade Federal da Paraíba (Campina Grande). Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará. Professor Efetivo da Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, campus Natal - Central.

Endereço⁽¹⁾: Av. Sen. Salgado Filho, 493 – Lagoa Nova – Natal – RN – CEP: 59072-970 – Brasil – e-mail: giovanacsm@yahoo.com.br

Endereço⁽²⁾: Av. Sen. Salgado Filho, 1559 – Tirol – Natal – RN – CEP: 59015-290 – Brasil.

RESUMO

A análise morfométrica de bacias hidrográficas é amplamente utilizada para obtenção de informações sobre as características físicas, de relevo e de drenagem dessa importante unidade de planejamento para gestão dos recursos hídricos. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da sub-bacia hidrográfica do rio Jundiaí no limite do município de Bom Jesus-RN, identificando sua susceptibilidade a inundações e enchentes. Para tanto, foram calculados alguns parâmetros morfométricos após tratamento das imagens SRTM utilizando o software ArcGis. Os resultados mostraram que a sub-bacia estudada apresenta baixa tendência a enchentes e inundações em condições normais de pluviosidade anual, em função do baixo fator de forma associado ao coeficiente de compactidade distante da unidade. A baixa declividade do terreno da bacia corrobora com o resultado da caracterização geométrica e da caracterização da rede de drenagem.

PALAVRAS-CHAVE: Morfometria, Drenagem, Gestão de recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, estabelece, entre os seus fundamentos, a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão de recursos hídricos.

A definição de bacia hidrográfica, também chamada de bacia de drenagem ou bacia de contribuição, foi sendo alterada ao longo do tempo (TEODORO et al., 2007). No entanto, as definições assemelham-se entre si ao considerarem bacia hidrográfica como áreas definidas topograficamente, drenada por um rio principal e seus afluentes, cuja delimitação é feita a partir de um divisor topográfico, ou divisor de águas (COUTINHO et al., 2011).

As características físicas e bióticas de uma bacia exercem funções importantes nos processos do ciclo hidrológico influenciando, dentre outros fatores, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração, o escoamento superficial e subsuperficial (OLIVEIRA et al., 2010).

Por apresentar uma constante e complexa interação entre seus elementos naturais, torna-se essencial estudar os índices morfométricos da bacia hidrográfica, uma vez que estes não se limitam apenas à análise do quadro natural, mas sim, aos processos antrópicos correlacionados, sobretudo no que diz respeito às formas de ocupação da bacia (LIMA e FONTES, 2015).

Assim, a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é o ponto de partida para estudos referentes à dinâmica ambiental, possibilitando o melhor gerenciamento e aproveitamento de seus recursos naturais, uma vez que os parâmetros calculados podem nortear o manejo de bacias com fins conservacionistas (RODRIGUES e ADAMI, 2005; LIMA, 2008; SANTOS e SOBREIRA, 2008; SILVA NETO et al., 2012).

Entre as diversas aplicações, estão, por exemplo, a estimativa do tempo de concentração de bacias hidrográficas (SILVEIRA, 2005), o cálculo da lâmina e vazão de escoamento superficial (SILVA et al., 2006), a regionalização de vazões hidrológicas (FIOREZE, et al., 2008), a estimativa de disponibilidade hídrica (SOARES et al., 2010) e a inferência sobre a susceptibilidade à ocorrência de inundações e enchentes (SOUZA, 2005; SILVA et al., 2009).

Apesar de ainda não existir uma definição clara para os aspectos que envolvem a hierarquização de bacia hidrográfica, como a classificação em sub-bacia ou microbacia, por exemplo, destaca-se a importância de identificar a área de drenagem que contribui para o escoamento do local onde se está trabalhando a fim de possibilitar um adequado planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho compreende a caracterização e análise morfométrica da sub-bacia hidrográfica do rio Jundiá no limite do município de Bom Jesus, RN, identificando sua susceptibilidade a inundações e enchentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Bom Jesus possui uma área de 122 km², e situa-se na mesorregião Agreste Potiguar e na microrregião Agreste Potiguar do estado do Rio Grande do Norte, distante 59,5 km da capital potiguar (IBGE, 2017). O município possui 85,69% de seu território inserido nos domínios estaduais da bacia hidrográfica do Rio Potengi e 14,31% na bacia hidrográfica do Rio Trairi (Figura 1). Ele é banhado pela bacia do Rio Jundiá, que o atravessa em sua porção central, no sentido W-E. Seus principais tributários são os riachos Melo e Chiquinho.

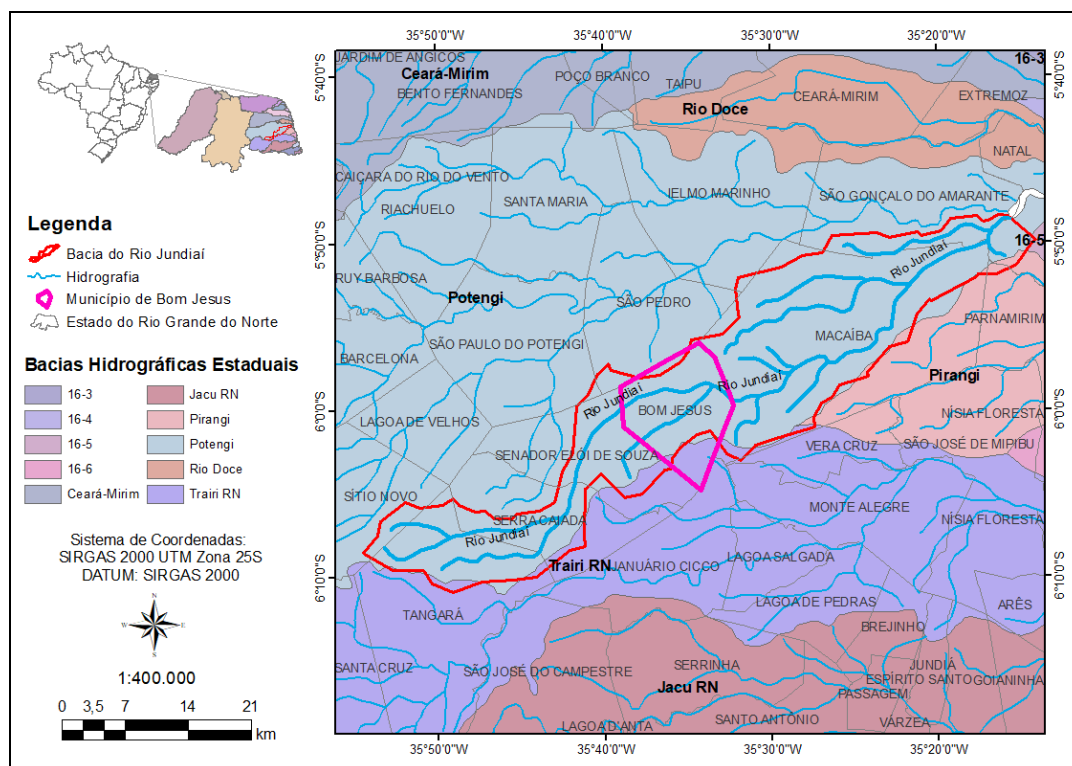


Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Jundiá, no Estado do Rio Grande do Norte, com destaque para localização do município de Bom Jesus.

Com base nos dados da série histórica de pluviometria da área de estudo, disponibilizados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), observou-se que o município apresenta uma média de chuva mensal de 69,9 mm, com maiores volumes de precipitação ocorrendo nos meses de março a maio e volumes máximos observados no mês de abril. Em relação à precipitação média anual considerando a série histórica utilizada, o valor observado foi de 837,8 mm. O clima é do tipo muito quente e semiárido, com temperaturas médias anuais de 25,6 °C, máxima de 33 °C e mínima de 21 °C (CPRM, 2005). A cobertura vegetal é caracterizada por uma vegetação remanescente do Bioma Caatinga, sendo classificada como Savana Estépica Arborizada. No entanto, grande parte da área do município está sendo utilizada por práticas agropecuárias e ocupação urbana (IBGE, 2006).

METODOLOGIA

O modelo digital de terreno (MDT), o mapa das sub-bacias hidrográficas e o mapa de declividade do município foram obtidos a partir de dados da plataforma SRTM (em inglês, *Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 30 metros, disponibilizados gratuitamente no site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), por intermédio do projeto TOPODATA.

Os dados cartográficos foram organizados com a utilização do *software* ArcGis 10.3.1, permitindo a montagem de um banco de dados que viabilizou a elaboração dos referidos mapas, e posteriormente a obtenção dos dados morfométricos da bacia de drenagem.

Análise morfométrica

A caracterização morfométrica da sub-bacia hidrográfica do Rio Jundiá dentro do limite territorial do município de Bom Jesus foi feita a partir dos atributos geométricos, de relevo, e das características da rede de drenagem.

Na caracterização geométrica foram determinados a área, o perímetro, o coeficiente de compacidade (Kc), o fator de forma (Kf) e o índice de circularidade (Ic). Na caracterização do relevo foram considerados os parâmetros de declividade, altitude e amplitude altimétrica. Por sua vez, as características da rede de drenagem foram dadas pelos parâmetros de ordem dos cursos d'água, densidade de drenagem (Dd) e coeficiente de manutenção (Cm).

A área da bacia corresponde a toda área drenada pelo sistema pluvial, projetada em plano horizontal, a qual é fundamental para a determinação de vários índices morfométricos (TONELLO, 2005). Ainda segundo Tonello (2005), o perímetro é o comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas.

O coeficiente de compacidade (Kc) relaciona a forma da bacia com um círculo. Ou seja, constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia (CARDOSO et al., 2006). Assim, quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Como o coeficiente de compacidade igual à unidade corresponde a uma bacia circular, ele possibilita a indicação de maior ou menor ocorrência de cheias à medida que se aproxima ou afasta da unidade (VILLELA e MATTOS, 1975). A determinação do Kc pode ser feita por meio da equação (1):

$$Kc = 0,28 \cdot P / \sqrt{A} \quad \text{equação (1)}$$

em que Kc é coeficiente de compacidade adimensional, P é o perímetro da bacia em km e A é a área da bacia em km².

O fator de forma (Kf) é a relação entre a forma da bacia com um retângulo, correlacionando a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia da foz até o ponto mais distante do canal principal. Assim, este parâmetro indica tendência a inundações, pois em uma bacia com fator de forma baixo há menor possibilidade de que uma chuva intensa cubra toda a sua extensão, se comparada a uma bacia de mesma área e fator de forma maior (WISLER e BRATER, 1964). Ou seja, uma bacia com fator de forma baixo é menos susceptível a enchentes. Para determinar o fator de forma foi utilizada a equação (2):

$$Kf=A/(Lx)^2$$

equação (2)

em que Kf é o fator de forma, adimensional, A é a área da bacia em km² e Lx é o comprimento axial da bacia em km.

O índice de circularidade (Ic) é similar ao coeficiente de compacidade, pois esse tende para 1,0 à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma se torna alongada (CARDOSO et al., 2006). Para determinar o índice de circularidade utilizou-se a equação (3):

$$Ic=12,57 \cdot A/P^2$$

equação (3)

em que Ic corresponde ao índice de circularidade, adimensional, A é a área da bacia em km² e P é o perímetro da bacia em km.

A declividade da bacia é um dos parâmetros de grande interesse hidrológico, uma vez que este parâmetro exerce influência sobre os processos de erosão, infiltração e escoamento superficial. Uma associação de fatores como ausência de cobertura vegetal, tipo de solo, chuvas intensas e alta declividade, por exemplo, acarretará numa maior velocidade de escoamento, menor quantidade de água armazenada no solo e resultará em enchentes mais pronunciadas, sujeitando a bacia à degradação (TONELLO et al., 2006).

Dessa forma, a declividade da bacia relaciona-se diretamente com a velocidade do escoamento superficial, interferindo no tempo que a água leva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias (VILLELA e MATTOS, 1975).

A determinação da declividade foi realizada através das ferramentas de análise do terreno do ArcGis, utilizando como parâmetro a classificação proposta pela Embrapa (1979), mostrada na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação da declividade conforme a Embrapa (1979).

| 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, 1979.

A altitude está significativamente associada às variações de precipitação anual, bem como de evaporação e transpiração e, conseqüentemente, sobre o deflúvio médio. Grandes variações de altitude numa bacia acarretam diferenças significativas na temperatura média, a qual, por sua vez, causam variações na evapotranspiração (TEODORO et al., 2007). A diferença entre a altitude máxima e altitude mínima resultam na amplitude altimétrica da bacia.

Em relação às características da rede de drenagem, a determinação da ordem dos cursos d'água consiste em estabelecer a classificação de determinado curso d'água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Neste trabalho, a ordem dos cursos d'água da sub-bacia do Rio Jundiá dentro da área de estudo foi obtida a partir da metodologia descrita por Strahler (1952). Nela, os menores canais sem tributários são considerados de primeira ordem; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de canais de terceira ordem, podendo receber tributários de ordens inferiores, e assim sucessivamente. Assim, quanto maior a ordem da bacia, maior será a ramificação do sistema de drenagem.

A densidade de drenagem (Dd) indica a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, sendo assim, o índice indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, fornecendo uma indicação da

eficiência da drenagem da bacia. Ou seja, valores elevados de Dd indicam áreas com pouca infiltração e melhor estruturação dos canais (CHRISTOFOLETTI, 1969). De acordo com Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5 km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,5 km/km², ou mais, em bacias bem drenadas. A densidade de drenagem (Dd) foi obtida por meio da Equação (4):

$$Dd = Lt/A \quad \text{equação (4)}$$

em que Lt é o comprimento total dos canais em km e A corresponde à área da bacia em km².

A partir da densidade de drenagem obteve-se o coeficiente de manutenção (Cm), que representa a área necessária que a bacia deve ter para manter perene cada metro de canal de drenagem, calculado pela Equação (5):

$$Cm = 1/Dd \quad \text{equação (5)}$$

em que Cm é o coeficiente de manutenção e Dd, a densidade de drenagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização morfométrica da sub-bacia hidrográfica do rio Jundiá nos limites do município de Bom Jesus é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros morfométricos da bacia de drenagem.

| | Parâmetros | Unidade | Sub-bacia do Rio Jundiá |
|-------------------------------------|--|--------------------|-------------------------|
| Características geométricas | Área (A) | km ² | 101,92 |
| | Perímetro (P) | km | 50,08 |
| | Coeficiente de compacidade (Kc) | - | 1,39 |
| | Fator de forma (Kf) | - | 0,49 |
| | Índice de circularidade (Ic) | - | 0,51 |
| Características de relevo | Altitude máxima | m | 159 |
| | Altitude mínima | m | 67 |
| | Amplitude altimétrica | m | 92 |
| Características da rede de drenagem | Comprimento do curso d'água principal da bacia | km | 14,49 |
| | Comprimento total dos cursos d'água da bacia | km | 106,47 |
| | Densidade de drenagem (Dd) | km/km ² | 1,04 |
| | Coeficiente de manutenção (Cm) | m ² /m | 957,31 |
| | Ordem da bacia | - | 4 |

A sub-bacia estudada apresenta coeficiente de compacidade superior a 1,0, refletindo tendência a não ocorrência de grandes enchentes. De acordo com Garcez e Alvarez (1988), desde que outros fatores não sejam alterados, valores menores do índice de compacidade indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes elevados. O fator de forma e o índice de circularidade indicam que a bacia não tem forma circular, pois se afastam da unidade, corroborando a menor ocorrência de cheias nesta bacia.

Santos et al. (2012) encontraram relação semelhante ao avaliarem as sub-bacias Perdizes e Fojo, no município de Campos do Jordão, SP. Estas apresentaram respectivos coeficiente de compacidade de 1,56 e 1,41, fator de forma de 0,27 e 0,29 e índice de circularidade de 0,45 e 0,41, indicando que estas sub-bacias também são

pouco susceptíveis a enchentes, uma vez que possuem forma mais alongada e, conseqüentemente, menor concentração de deflúvio.

A densidade de drenagem correspondente à $1,04 \text{ km/km}^2$ pode ser classificada como moderada, de acordo com Villela e Matos (1975), uma vez que este valor está entre os valores de bacia pouco drenadas ($0,5 \text{ km/km}^2$) e bacias bem drenadas ($3,5 \text{ km/km}^2$ ou mais). É importante ressaltar que o valor da densidade de drenagem ajuda substancialmente no planejamento do manejo da bacia hidrográfica, uma vez que este parâmetro indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem da bacia (CARDOSO et al., 2006). Ou seja, ele expressa a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas.

Assim, valores baixos de densidade de drenagem geralmente estão associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação (TONELLO et al., 2006), como é o caso da área de estudo.

Em relação ao coeficiente de manutenção, que permite representar qual seria a área necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, observou-se que para a sub-bacia do rio Jundiá são necessários $957,3 \text{ m}^2$ de área para manter perene cada metro dos canais da bacia.

Com base na classificação de Christofletti (1979), o sistema de drenagem é do tipo dendrítica (Figura 2), sendo o canal principal (rio Jundiá) de 4ª ordem, de acordo com a classificação de Strahler (1957).

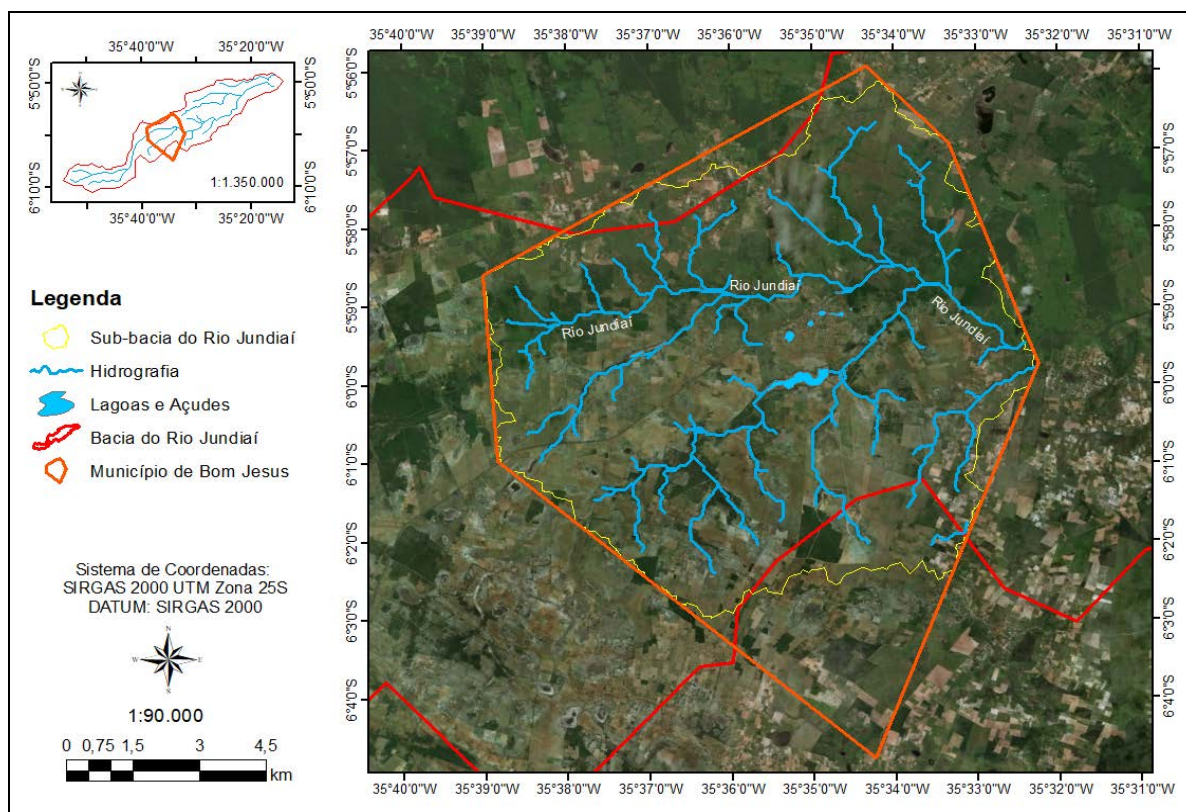


Figura 2: Sub-bacia do Rio Jundiá dentro do limite do município de Bom Jesus.

A Figura 3 apresenta o mapa de declividade do terreno da bacia. Observa-se que a maior parte do relevo corresponde a plano (0 a 3%) ou suavemente ondulado (3 a 8%) ou ondulado (8 a 20%). A declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, sobretudo devido ao aumento da velocidade de escoamento superficial, reduzindo a possibilidade da infiltração de água no solo. Na bacia em estudo, essa baixa declividade está de acordo com a densidade de drenagem moderada, já discutida anteriormente.

A baixa declividade também corrobora o resultado encontrado do coeficiente de manutenção, uma vez que quanto menor a declividade, mais desfavoráveis serão as condições de formação de canais e, consequentemente, maior a área necessária para manter perene um canal de escoamento (HOTT et al., 2007).

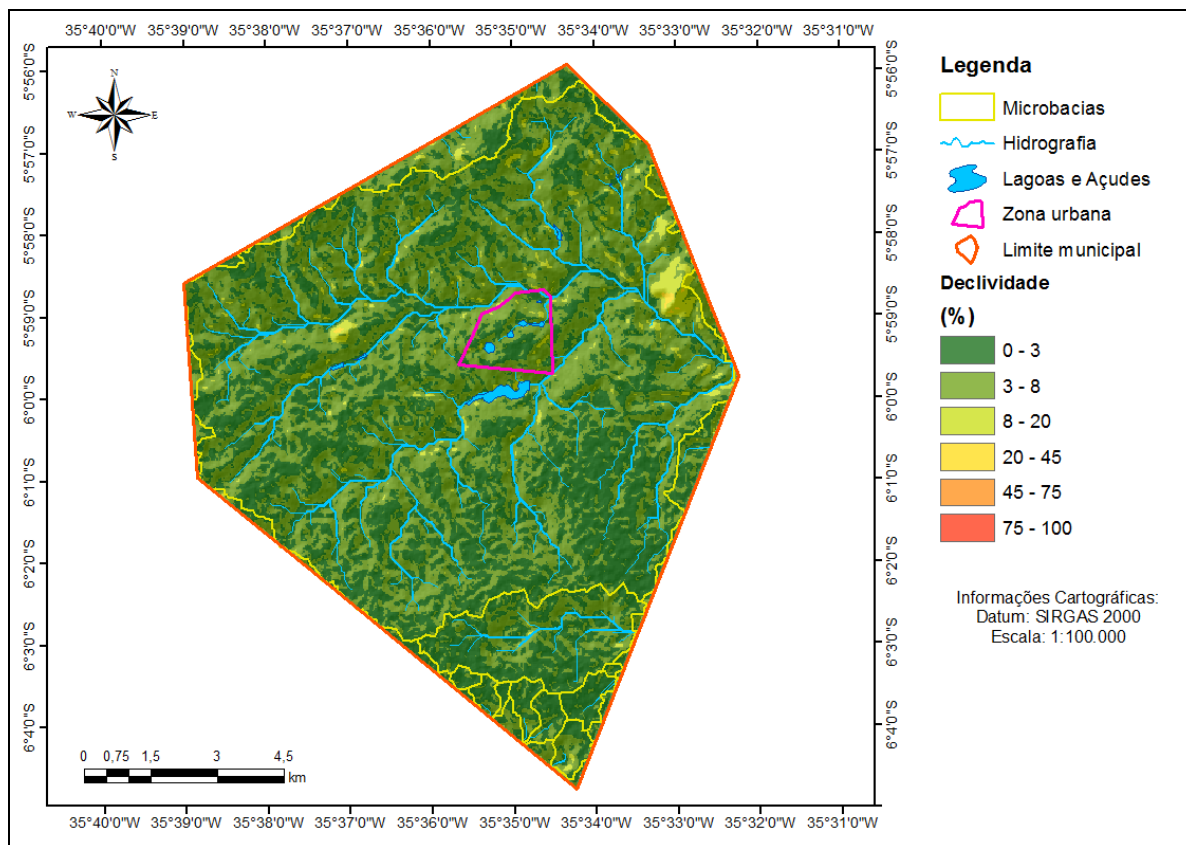


Figura 3: Declividade do terreno do município de Bom Jesus.

Na bacia em estudo, apesar da predominância de baixa declividade, grande parte da cobertura vegetal foi removida para o desenvolvimento de atividades agropecuárias. Levando em consideração que a cobertura vegetal exerce importante função hidrológica de interceptação e redistribuição da água da chuva, sua remoção pode levar a processos erosivos, gerando degradação do ambiente e podendo se propagar para áreas adjacentes (CARDOSO et al., 2006). Dessa forma, tanto a declividade quanto a vegetação devem ser analisadas no processo de tomada de decisão acerca do manejo de bacias hidrográficas, visto que influenciam, dentre outros fatores, a precipitação efetiva, o escoamento superficial e o fluxo de água no solo.

Observa-se que a amplitude altimétrica total do município vai de 159 a 67 m, resultando num gradiente altimétrico de aproximadamente 92 m. As regiões mais elevadas do município estão localizadas mais ao sul (Figura 4). É possível observar através do MDT que as regiões de fundo de vale, ou seja, de menor altitude, estão localizadas próximas ao leito do Rio Jundiá e de seus afluentes. Isso confirma que o escoamento das chuvas no município deságua nessas áreas.

Também se confirma aos resultados o fato de não haver registros de inundações e enchentes na área de estudo. Os registros históricos desses eventos estão associados ao baixo curso do Rio Jundiá, no município de Macaíba, principalmente antes da construção da barragem Tabatinga, localizada na zona rural deste município (GUEDES e AMARAL, 2017; TRONCOSO, 2012). Assim, grande parte da precipitação que cai na sub-bacia estudada deságua para o leito do rio principal e continua seu percurso até chegar na barragem Tabatinga, em Macaíba.

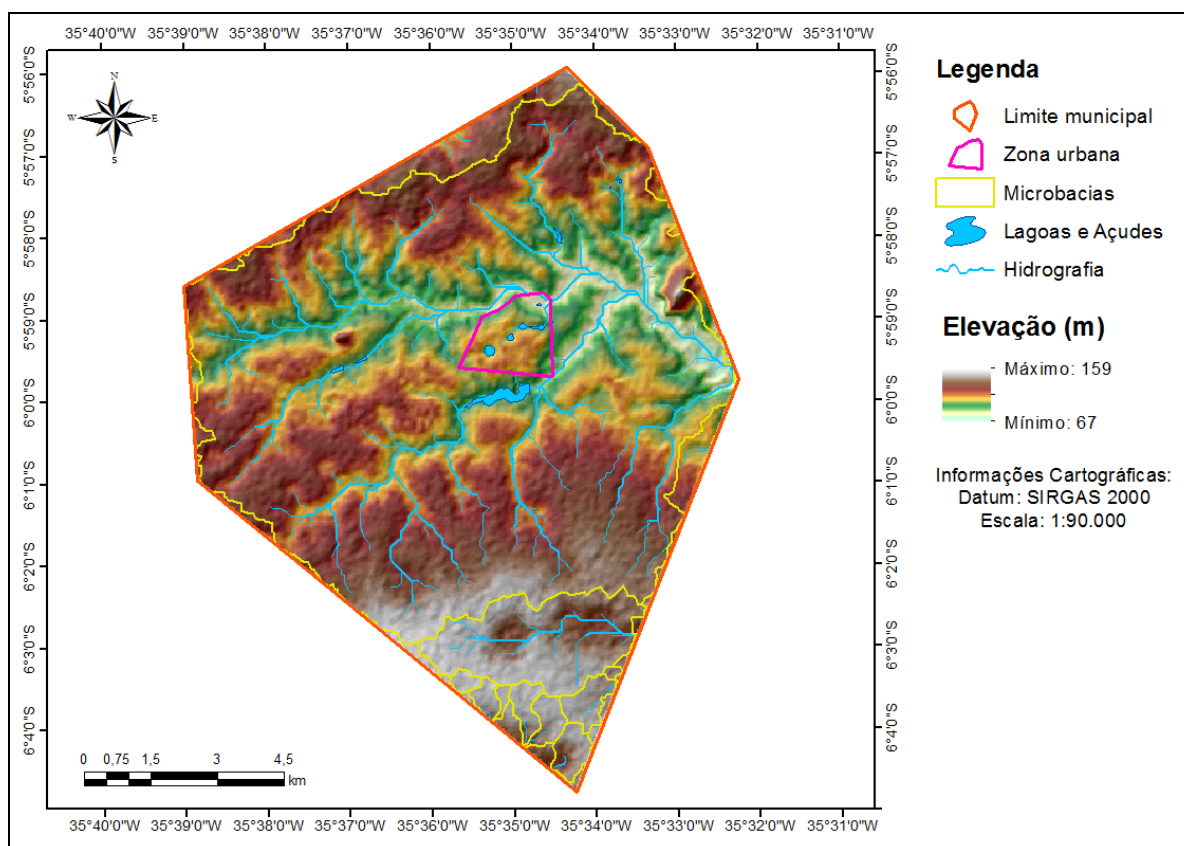


Figura 4: Mapa do Modelo Digital de Terreno (MDT) de Bom Jesus.

É importante ressaltar que os mapas produzidos para a bacia devem ser analisados como uma tendência de ocorrência, uma vez que eles podem apresentar, para pequenas áreas, erros significativos. Para mais efetiva assertividade, deve-se trabalhar com levantamentos topográficos reais.

CONCLUSÕES

Os parâmetros morfométricos calculados apontam que a sub-bacia do rio Jundiá dentro do limite do município de Bom Jesus-RN possui baixa tendência a enchentes e inundações em condições normais de pluviosidade anual, em função do fator de forma associado ao coeficiente de compacidade.

Com relação às características de relevo, a baixa declividade do terreno da bacia está associada a maior capacidade de infiltração e velocidade de escoamento, corroborando com o resultado da caracterização geométrica e da caracterização da rede de drenagem.

Considerando que a bacia do rio Jundiá como um todo apresenta grande importância do ponto de vista econômico, uma vez que o principal distrito industrial do Estado encontra-se nesta bacia, bem como verificam-se problemas ambientais decorrentes de poluições provocadas pelo lançamento de efluentes de carcinicultura, esgotos domésticos e industriais, é fundamental a integração entre os parâmetros morfométricos estudados e a gestão da drenagem urbana associada aos dispositivos de ordenamento do uso e ocupação do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 de jan. de 1997.
- CARDOSO, C.A., DIAS, H.C.T., SOARES, C.P.B., MARTINS, S.M. *Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo – RJ. Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

3. CHRISTOFOLETTI, A. *Análise morfométrica de bacias hidrográficas*. *Notícia Geomorfológica*, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.
4. CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo, Ed. Blucher, 2ª edição, 1979.
5. COUTINHO, L.M., CECÍLIO, R.A., XAVIER, A.C., ZANETTI, S.S., GARCIA, G.O. *Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio da Prata, Castelo, ES*. *Irriga*, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 369-381, 2011.
6. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Bom Jesus, estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
7. 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. Miscelânea, 1).
8. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE (EMPARN). Monitoramento Pluviométrico. Disponível em: <http://186.250.20.84/monitoramento/monitoramento.php>. Acesso em: dezembro de 2017.
9. FIOREZE, A.P., OLIVEIRA, L.F.C., FRANCO, A.P.B. *Avaliação do desempenho de equações de regionalização de vazões na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Barbara, Goiás, Brasil*. *Revista Ambiente & Água*, v.3, n.2, p.62-76, 2008.
10. GARCEZ, L.N., ALVAREZ, G.A. *Hidrologia*, 2ª edição Revista e Atualizada, Editora Edgard Blucher, 1988.
11. GUEDES, J.A., AMARAL, V.S. *Reservatório Tabatinga: a percepção de moradores da área urbana da cidade de Macaíba – RN*. *Geosul*, Florianópolis. v. 32, n. 63, p. 139-158, 2017.
12. HOTT, M.C., FURTADO, A.L.S., RIBEIRO, C.A.A.S. Determinação automática de parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas no município de Campinas – SP. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, Anais..., 2007.
13. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistematização das informações sobre recursos naturais: Vegetação. Escala: 1:250.000. 2006.
14. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades@: Brasil em Síntese. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: setembro de 2017.
15. LIMA, W.P. *Hidrologia Florestal aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas*. Piracicaba: ESALQ, 2008.
16. LIMA, A.S., FONTES, A.L. *Estudo de parâmetros morfométricos da sub-bacia hidrográfica do Rio Jacarecica (SE)*. *Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*. Grajaú, v. 1, n. 3, p. 203-221, 2015.
17. OLIVEIRA, P.T.S., ALVES SOBRINHO, T., STEFFEN, J.L., RODRIGUES, D.B.B. *Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 14, n. 8, p. 819-825, 2010.
18. RODRIGUES, C., ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas, in: VENTURI, L.A.B. *Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
19. SANTOS. C.A., SOBREIRA, F.G. *Análise morfométrica como subsidio ao zoneamento territorial: o caso das bacias do Córrego Carioca, Córrego do Bacão e Ribeirão Carioca na região do Alto Rio das Velhas-MG*. *Revista Escola de Minas*, v.61, n.1, p.77-85, 2008.
20. 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*. *Ambi-Água*. Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012.
21. SILVA NETO, A.F., GUIMARÃES, C.L., ARAÚJO, J.S., ARAÚJO, J.S. *Aplicação de geotecnologias para caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Gramame-PB*. *Revista Principia*. João Pessoa, n. 20, p. 31-37, 2012.
22. SILVA, J.B.L., FERREIRA, P.A., RAMOS, M.M., EUCLYDES, H.P., SOARES, V.P. *Modelos de previsão de enchentes em tempo real para o município de Nova Era - MG*. *Engenharia na Agricultura*, v.17, n.3, p.190-204, 2009.
23. SILVA, J.M.A., PRUSKI, F.F., SILVA, D.D., CECILIO, R.A. *Metodologia para obtenção do hidrograma de escoamento superficial em encostas e canais. Parte I: desenvolvimento e avaliação*. *Engenharia Agrícola*, v. 26, p. 695-703, 2006.
24. SILVEIRA, A.L.L. *Desempenho de formulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais*. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.10, p.5-23, 2005.

25. SOARES, P.A., PINHEIRO, A., SOARES, K.H., ZUCCO, E. *Estimativa da disponibilidade hídrica em pequenas bacias hidrográficas com escassez de dados fluviométricos*. *Revista de Estudos Ambientais*, v.12, n.1, p.29-38, 2010.
26. SOUZA, C.R.G. *Susceptibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras*. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. n. 1, p. 45-61, 2005.
27. STRAHLER, A. N. *Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography*. *Geological Society of America Bulletin*, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.
28. TEODORO, V.L.I., TEIXEIRA, D., COSTA, D.J.L., FULLER, B.B. *O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local*. *Revista Uniara*. n. 20, p. 137-156, 2007.
29. TONELLO, K.C. *Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG*. 2005. 69 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
30. 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*. Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.
31. TRONCOSO, R.F. *Estudo hidrológico da bacia hidrográfica do Rio Jundiá – RN visando a implantação de bacia experimental e a atenuação de cheias pela barragem Tabatinga*. 2012. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
32. VILLELA, S.M., MATTOS, A. *Hidrologia Aplicada*. Editora Mc Graw Hill, São Paulo, 1975, 245p.
33. WISLER, C.O., BRATER, E.F. *Hidrologia*. Tradução e publicação de Missão Norte-Americana pela Cooperação Econômica e Técnica no Brasil. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1964.