

MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO HIDROLOGICAMENTE CONSISTENTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUCURUÇU

Amanda Carvalho Augusto Vilas Boas¹
Patrick Gomes Moreira²
João Batista Lopes da Silva³
Luanna Chácara Pires⁴

RESUMO

Neste trabalho objetivou-se confeccionar o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC) e a partir do MDECH extrair as informações morfométricas da bacia do rio Jucuruçu. Para a obtenção das características físicas da bacia hidrográfica, foram utilizadas imagens raster da base SRTM contendo as informações de elevação do MDE (Modelo Digital de Elevação). Porém, para que o MDE represente de forma ideal os processos superficiais do escoamento superficial foram realizadas diversas etapas para obtenção do MDEHC: mosaico das imagens da área de estudo; reinterpolação dos dados de altimetria do MDE para obter uma resolução espacial de 30 m; e remoção de depressões espúrias. Após a remoção das depressões espúrias, foram gerados os modelos de direção do escoamento e escoamento acumulado. A partir do escoamento acumulado e da direção do escoamento obteve-se a drenagem numérica. Com todas estas etapas realizadas obteve-se o MDEHC, que realiza todos os processos de escoamento superficial de forma fidedigna a escala real. A partir do MDEHC foi obtida a área delimitada da bacia hidrográfica do trabalho e as seguintes informações morfométricas da bacia: comprimento total da área de drenagem; área da bacia; perímetro da bacia; distância da foz ao longo da drenagem; comprimento do rio principal; densidade de drenagem; comprimento axial da bacia; fator forma da bacia; coeficiente de compacidade; e ordenação dos cursos de água. O MDEHC do rio Jucuruçu obteve a área de drenagem da bacia deste rio corretamente, assim como as características morfométricas da bacia. Quando comparada a drenagem numérica gerada pelo MDEHC com a drenagem oriunda do IBGE ocorreram diferenças, porém estas diferenças estão relacionadas à mudança de meandros e também as diferentes escalas de trabalho. A declividade predominante na bacia hidrográfica é entre relevos ondulados e fortemente ondulados.

Palavras-chaves: MDEHC, SIG, SRTM.

¹ Graduanda, Bacharelado Interdisciplinar em Ciências, Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, BA, amandacarvalhob@gmail.com

² Graduando, Bacharelado Interdisciplinar em Ciências, Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, BA, patrickinho123@gmail.com

³ Engenheiro Agrícola e Ambiental, Professor da Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, BA, silvajbl@ufsb.edu.br

⁴ Zootecnista, Professora da Universidade Federal do Sul da Bahia, Teixeira de Freitas, BA, lualu66@yahoo.com.br



INTRODUÇÃO

A região do extremo sul do estado da Bahia é composta por 21 municípios: Alcobaça, Belmonte, Caravelas, Eunápolis, Guaratinga, Ibirapuan, Itabela, Itagimirim, Itapebi, Itamarajú, Itanhém, Jucuruçu, Lagedão, Medeiros Neto, Mucuri, Nova Viçosa, Porto Seguro, Prado, Santa Cruz de Cabrália, Teixeira de Freitas e Vereda. Uma das atividades econômicas de maior importância nesta região é a agricultura, com destaque para a cultura do eucalipto, que em conjunto com a pecuária foi premissa para aberturas de grandes áreas de mata atlântica da região para a implantação destas atividades (Almeida et al., 2008). Porém, além da cultura do eucalipto, esta região apresenta grande concentração de propriedades com agricultura irrigada, principalmente culturas como melancia, mamão, maracujá, abobora e café. Todas estas culturas irrigadas mencionadas apresentam grande importância social e econômica para a região, porém demandam grandes quantidades de água, devido a sua alta taxa evapotranspirométrica, necessitando assim de constante irrigação. Devido a esta alta demanda de água, o seu uso sem qualquer critério de quantidade e qualidade pode causar conflitos entre os usuários devido a disponibilidade a todos. Somado a isto, ainda existe no uso da água a negligência na observância da legislação, como da Lei 9.433/97 (Brasil, 1997), que define a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a qual coloca instrumentos como a outorga de direito de uso, tendo como objetivos principais, assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água, bem como o efetivo exercício dos direitos de acesso. Tendo em vista assegurar e garantir o acesso ao uso da água a todos os usuários nas bacias hidrográficas dos rios Peruípe, Itanhém e Jucuruçu, foi instituído em 2009 pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH) pela resolução 63/2009 (Bahia, 2009), o comitê das bacias dos rios Peruípe, Itanhém e Jucuruçu (Brasil, 2010). Este comitê tem por finalidade assegurar o acesso da água à todos da bacia, evitando conflitos de uso. Porém, para isto é necessário ao comitê da bacia hidrográfica ter informações hidrológicas suficientes para gerir os recursos hídricos da bacia hidrográfica. Entre as informações hidrológicas mais importantes para a gestão dos recursos hídricos estão os volumes precipitados a vazões, além das informações morfométricas das bacias, pois permitem entender melhor o comportamento das vazões dos rios.

Desta forma, neste trabalho objetivou-se confeccionar o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC) e a partir do MDECH extrair as informações morfométricas da bacia do rio Jucuruçu.

MATERIAL E MÉTODOS

A área total da bacia do rio Jucuruçu corresponde a 5.978,52 km², situa-se na divisa dos estados de Minas Gerais e Bahia. O clima da região é tropical, quente e úmido com cobertura vegetal de floresta, ou seja, as temperaturas médias mensais são superiores a 18°C e não há um só mês com índice pluviométrico médio inferior a 60 mm.

Para a obtenção das características físicas da bacia hidrográfica, foram utilizadas imagens raster da base SRTM (USGS, 2015) contendo as informações de elevação do MDE (Modelo Digital de Elevação), com resolução espacial de 90 m importada no sítio eletrônico da USGS (United States Geological Survey). Porém, para que o MDE represente de forma ideal os processos superficiais do escoamento superficial foram realizadas diversas etapas para obtenção do MDEHC (Modelo Digital de Elevação Hidrológicamente Consistente). Primeiro fez-se um mosaico da área de estudo e posteriormente uma reinterpolação do MDE para obter uma resolução espacial de 30 m. Após a reinterpolação realizou-se a remoção de depressões espúrias, as quais são imperfeições do modelo que não permitem o escoamento superficial progressivo. Após a remoção das depressões espúrias, foram gerados os modelos de direção do escoamento e escoamento acumulado. A partir do escoamento acumulado e da direção do escoamento obteve-se a drenagem numérica. Com todas estas etapas realizadas obteve-se o MDEHC, que realiza todos os processos de escoamento superficial de forma fidedigna a escala real. A partir do MDEHC foi obtida a área delimitada da bacia hidrográfica do trabalho e as seguintes informações morfométricas da bacia: comprimento total da área de drenagem (Lt); área da bacia (A); perímetro da bacia (P); distância da foz ao longo da drenagem (Le); comprimento do rio principal (Lp); densidade de drenagem (Dd); comprimento axial da bacia (L); fator forma da bacia (Kf); coeficiente de compacidade (Kc); maior ordem entre os cursos de água da bacia pelo método de Strahler (1952), citado por Tucci (2001); e mapa de declividade da bacia hidrográfica segundo as classes da Embrapa (1979) (Tabela 1). Todas estas etapas foram realizadas no software de SIG ArcGIS10.

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad \text{(Equação 1)}$$

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad \text{(Equação 2)}$$

$$Kc = \frac{0,28 \cdot P}{\sqrt{A}} \quad \text{(Equação 3)}$$

Tabela 1. Classes de declividade segundo a Embrapa (1979)

Tipo de relevo	Declividade (%)
Relevo plano	0 a 3%
Relevo suavemente ondulado	3 a 8%
Relevo ondulado	8 a 20%
Relevo fortemente ondulado	20 a 45%
Relevo montanhoso	45 a 75%
Relevo fortemente montanhoso	Maior que 75%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na confecção do Modelo Digital de Elevação da bacia do rio Jucuruçu, foram realizados todos os procedimentos de: mosaico das imagens SRTM obtidas do sítio eletrônico da Embrapa Monitoramento por Satélite; reinterpolação dos dados de altimetria; remoção das depressões espúrias; obtenção da direção do escoamento superficial (Figura 2); obtenção do escoamento superficial acumulado (Figura 3); delimitação da bacia do rio Jucuruçu (Figura 4).

Direção do Escoamento a partir do Modelo Digital de Elevação Hidrológicamente Consistente da bacia hidrográfica do rio Jucuruçu

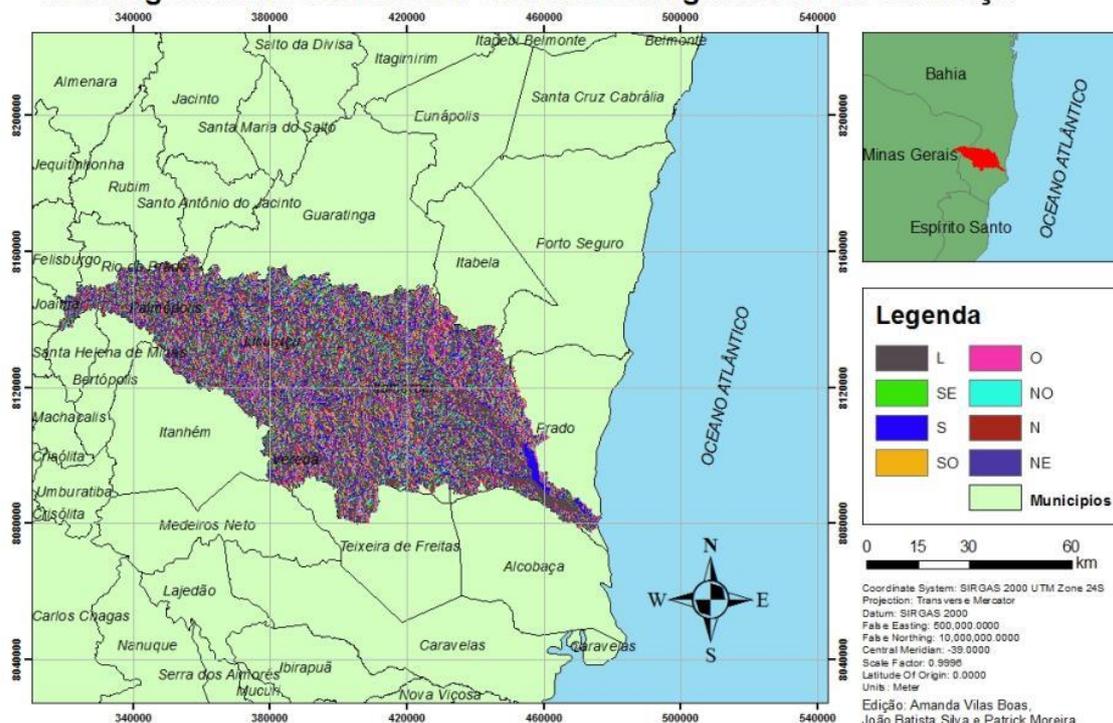


Figura 2. Direção do Escoamento a partir do MDEHC da bacia hidrográfica do rio Jucuruçu.

A partir do modelo de direção do escoamento pode-se delimitar os limites topográficos da

bacia do rio Jucuruçu. A delimitação dos limites topográficos foi possível somente por que o modelo de direção representou este escoamento de modo correto. Assim, após a delimitação da área da bacia, também fez o modelo de escoamento acumulado, onde se fez o acúmulo do escoamento em termos de quantidade de células. A partir do modelo de escoamento acumulado, podem-se identificar os corpos hídricos que apresentam maior drenagem, o corroborar com a drenagem mapeada pelo IBGE, porém apresenta algumas pequenas diferenças em razão da dinâmica dos meandros ao longo do tempo, pois esta drenagem mapeada pelo IBGE apresenta um intervalo de mais de 20 anos em comparação com as imagens SRTM, utilizadas neste trabalho (Figura 5). O modelo digital de elevação hidrologicamente consistente (MDEHC) representou a altimetria da bacia e por consequência de ser um resultado do modelo de direção do escoamento e escoamento acumulado, este MDEHC representou os processos hidrológicos de escoamento superficial da bacia do rio Jucuruçu.

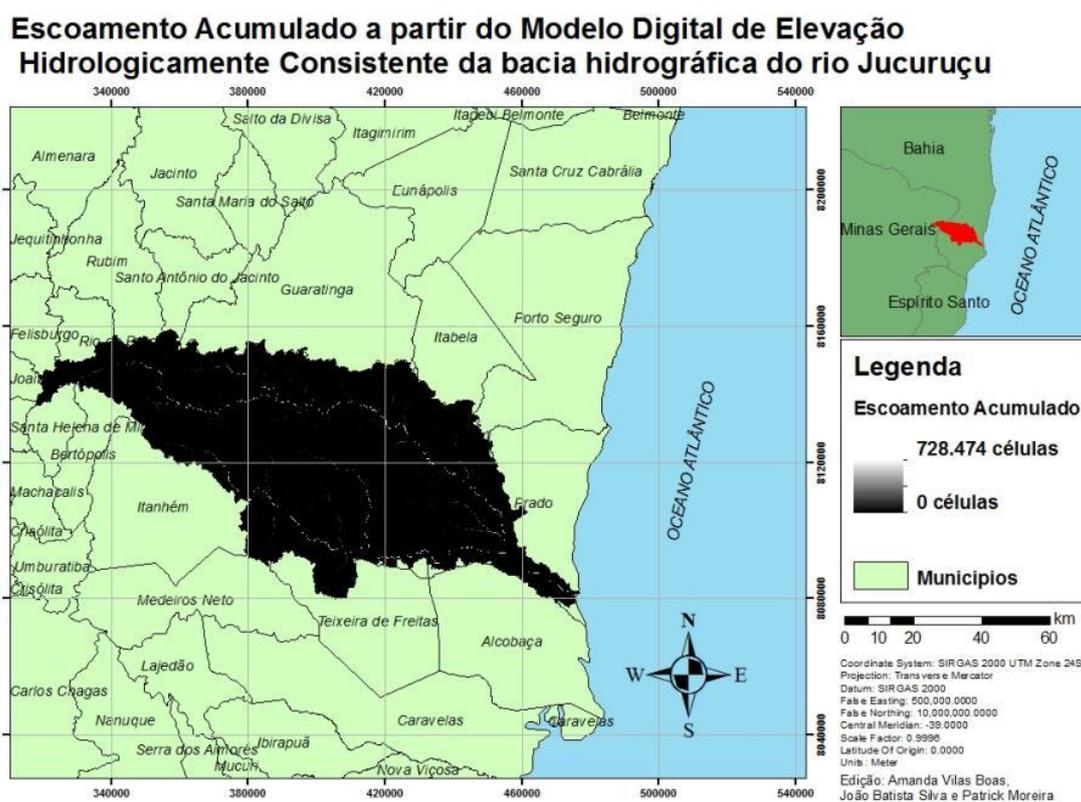


Figura 3. Escoamento Acumulado a partir do MDEHC da bacia hidrográfica do rio Jucuruçu.

Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente da bacia hidrográfica do rio Jucuruçu

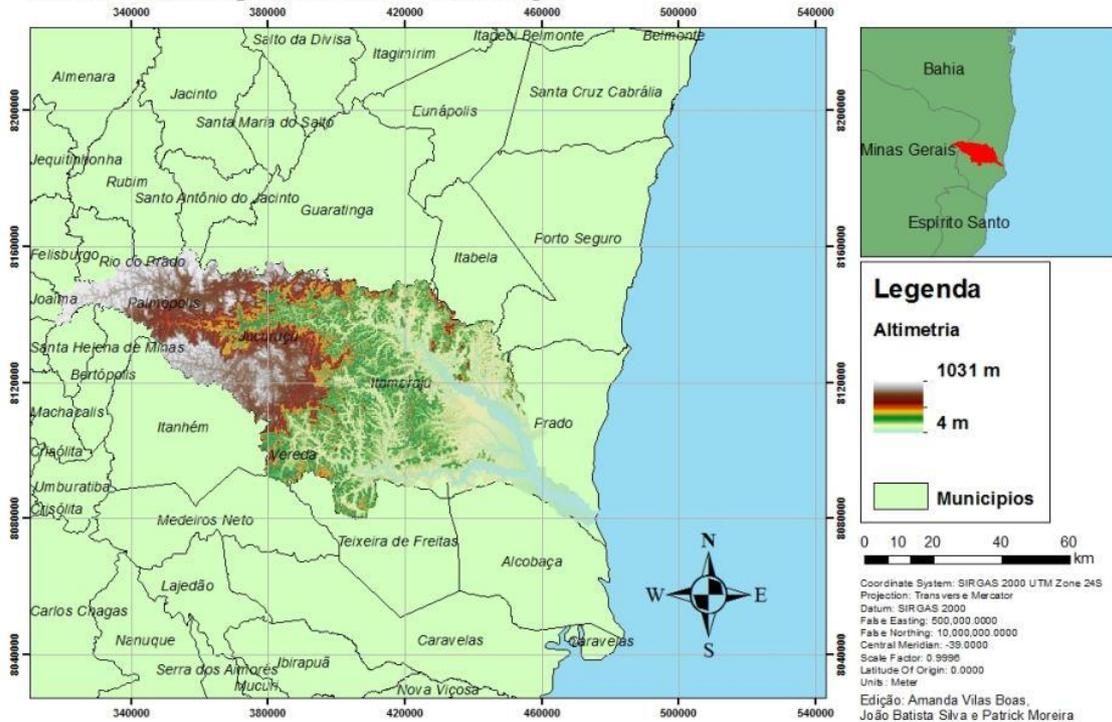


Figura 4. Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC) da bacia hidrográfica do rio Jucuruçu.

Comparação da Drenagem Numérica com a Drenagem mapeada da bacia hidrográfica do rio Jucuruçu

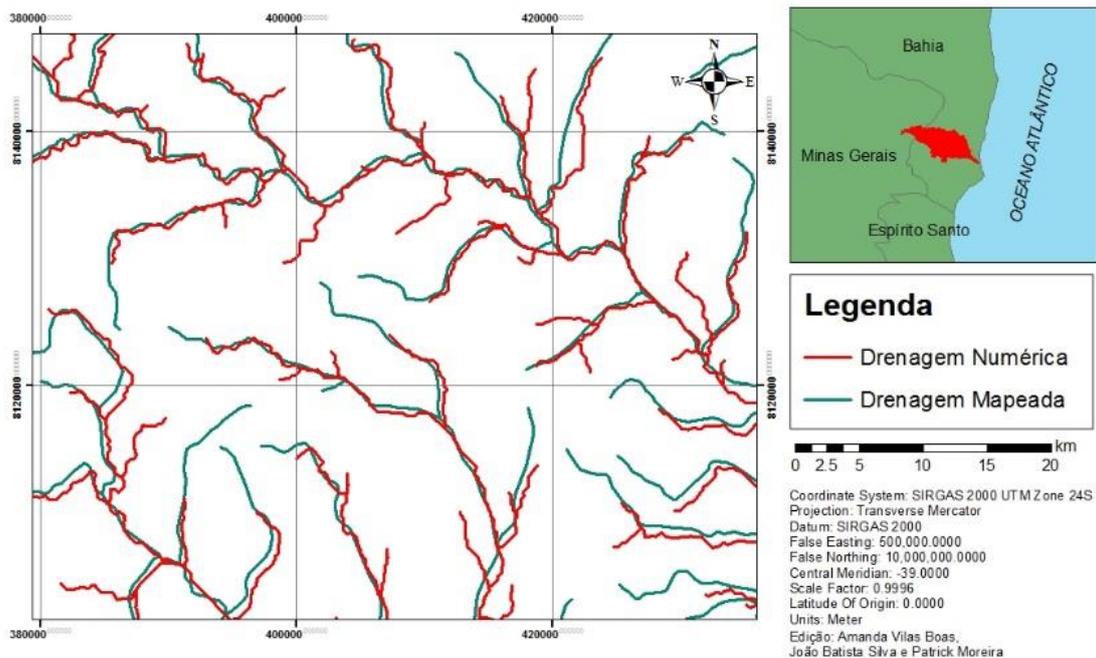


Figura 5. Comparação da drenagem numérica com a drenagem mapeada bacia do rio Jucuruçu.

Com o MDECH da bacia do rio Jucuruçu pode-se extrair as informações morfométricas da bacia (Tabela 1). O coeficiente de compacidade (K_c) da bacia foi de 2,26 e o fator forma (K_f) foi de 0,21, os quais indicam que a bacia não está sujeita a grandes inundações, pois o K_c é maior que 1,50 e o K_f é menor que 0,50 (Tucci, 2001). O rio principal da bacia também é o rio com maior comprimento de drenagem, pois o valor de L_p foi igual ao valor de L_e . Também a partir do MDEHC foi possível fazer o mapa de declividades da bacia do rio Jucuruçu (Figura 6).

Tabela 1. Características morfométricas da bacia do rio Jucuruçu extraídas a partir do MDEHC

Características Morfométricas	Valores das variáveis
Comprimento total da área de drenagem (L_t) – km	1.162,79
Área da bacia (A) – km ²	5.900,73
Perímetro da bacia (P) – km	619,81
Distância da foz ao longo da drenagem (L_e) – km	232,21
Comprimento do rio principal (L_p) – km	232,21
Densidade de drenagem (D_d) – km / km ²	0,20
Comprimento axial da bacia (L) – km	169,56
Fator forma da bacia (K_f) – adimensional	0,21
Coeficiente de compacidade (K_c) – adimensional	2,26
Maior ordem dos cursos de água	Ordem 5

Pelo mapa de declividades da bacia (Figura 6), percebe-se que a bacia hidrográfica apresenta declividade predominantes, entre 8 – 20% e 20 – 45%, que são relevos ondulados e fortemente ondulados, caracterizando Áreas de Proteção Permanente (APP). Esta declividade acentuada minimiza as enchentes na bacia, assim como os valores K_c e K_f da bacia. Porém, devido a urbanização em algumas regiões próximas ao leito maior do rio, existe a ocorrência de pequenas enchentes próximas as margens do rio.

Mapa de declividade da bacia do rio Jucuruçu

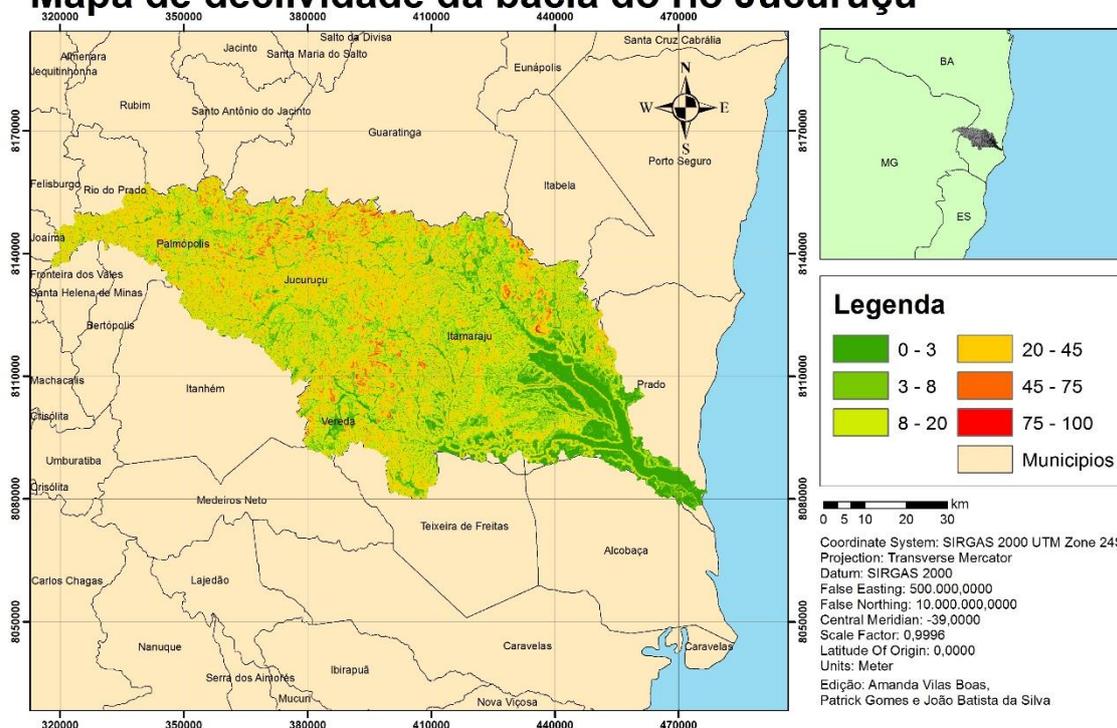


Figura 6. Mapa de declividades da bacia do rio Jucuruçu.

CONCLUSÕES

O modelo digital de elevação hidrologicamente consistente do rio Jucuruçu obteve a área de drenagem da bacia deste rio corretamente, assim como as características morfométricas da bacia. Quando comparada a drenagem numérica gerada pelo MDEHC com a drenagem oriunda do IBGE ocorreram diferenças, porém estas diferenças estão relacionadas à mudança de meandros e também as diferentes escalas de trabalho. A declividade predominante na bacia hidrográfica é entre relevos ondulados e fortemente ondulados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T. M.; MOREAU, A. M. S. S.; MOREAU, M. S.; PIRES, M. M. FONTES, E. O.;
GÓES, L. M. Reorganização socioeconômica no extremo sul da Bahia decorrente da introdução da cultura do eucalipto. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 2, p. 5-18, 2008.



- BAHIA. Decreto CONERH n. 63, de 26 de novembro de 2009. **Aprova a proposta de instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica dos rios Peruípe, Itanhaém e Jucuruçu.** Diário Oficial [do Estado da Bahia], Salvador, BA, n. 20.147, 4 dez 2009.
- BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 8 jan. 1997.
- BRASIL. Resolução CNRH n. 109, de 13 de abril de 2010. **Cria Unidades de Gestão de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas de rios de domínio da União-UGRHs e estabelece procedimentos complementares para a criação e acompanhamento dos comitês de bacia.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 12 ago. 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ).** Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre, RG: UFRGS, 2001. 943 p.
- USGS – United States Geological Survey. **Seamless data distribution system, Earth Resources Observation and Science.** 2015. Disponível em: www.usgs.gov. Acesso em: 2 de dez. de 2015.