

# XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

## UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE RADAR SRTM PARA DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PANCAS, ES

*Renan Gon Ferreira<sup>1</sup>; Fábio da Silveira Castro<sup>2</sup> & Márcia Cristina de Oliveira Moura<sup>3</sup>*

**RESUMO** – As bacias hidrográficas são consideradas unidades essenciais para o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, sendo sua delimitação fundamental nas tomadas de decisões quanto à conservação das mesmas. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia de delimitação utilizada para a bacia hidrográfica do rio Pancas, situada na região noroeste do Estado do Espírito Santo. Foram utilizados dados de radar, da missão espacial *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) para representar o Modelo Digital de Elevação (MDE), e técnicas de geoprocessamento em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os resultados obtidos mostram que a ferramenta foi eficiente e de fácil operação na delimitação da área de drenagem da bacia, bem como na hierarquização dos cursos d'água que constituem seu sistema de drenagem. A delimitação automática da bacia hidrográfica do rio Pancas, a partir de dados de radar SRTM, mostra-se de grande importância, juntamente com as ferramentas do SIG, quanto ao gerenciamento e planejamento de recursos hídricos, auxiliando nas tomadas de decisões.

**ABSTRACT**– The Watersheds are units considered essential for planning and managing water resources, being the demarcation of the same, fundamental in making decisions about the conservation of the same. In this context, this paper aims to present the methodology used for the delimitation river basin Pancas, located in the northwestern state of Espírito Santo. Were using a digital elevation model (MDE), obtained through radar data from SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), and techniques in an environment of Geographic Information System (GIS). The results showed that the tool was efficient and easy operation in the delineation of the watershed drainage area of study, well as the hierarchy of streams that constitute its drainage system. The automatic delineation of river basin Pancas data from SRTM radar shows is of importance, along with the tools of GIS, as the managements of water resources and planning, assisting in decision making.

**Palavras-Chave** – delimitação de bacia hidrográfica; imagens SRTM; recursos hídricos

### 1 INTRODUÇÃO

Bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. É composta basicamente de um conjunto

---

1) Graduando em Tecnologia em Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - CAMPUS Colatina (IFES – CAMPUS Colatina). E-mail: renan\_gf@hotmail.com

2) Doutorando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES – CAMPUS Alegre) e professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - CAMPUS Colatina (IFES – CAMPUS Colatina). E-mail: fabiosilveira\_70@hotmail.com

3) Doutora em Engenharia Florestal, Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Colatina. (IFES – CAMPUS Colatina). E-mail: marciacristina@ifes.edu.br

de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório (SILVEIRA, 2001).

De acordo com Guerra e Cunha (1996), as bacias hidrográficas são consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois, nessa óptica, é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as respectivas respostas da natureza. Estes mesmos autores citam ainda que, em nações mais desenvolvidas a bacia hidrográfica também tem sido utilizada como unidade de planejamento e gerenciamento, compatibilizando os diversos usos e interesses pela água e garantindo sua qualidade e quantidade.

A concepção que se tem atualmente da importância que as bacias hidrográficas representam, é muito diferente da que se tinha há algumas décadas atrás. Isso se deve ao avanço tecnológico que vem ocorrendo nos últimos anos na área do geoprocessamento, que nos propicia a realização de estudos envolvendo informações geográficas, a obtenção de informações cada vez mais precisas e rápidas, além de auxiliar de forma cada vez mais eficiente na tomada de decisões.

No Brasil, é notável a importância da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997) que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos para o entendimento da função da bacia hidrográfica. Esta lei estabelece em seus fundamentos que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

O comportamento hidrológico da bacia hidrográfica se dá em função das características físicas da bacia, como forma, área, relevo, geologia, solo e outras, bem como também pelas ações antrópicas no estado natural do ciclo hidrológico. Sendo assim, para a determinação destas características e identificação da bacia é necessária a sua adequada delimitação.

A delimitação de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas e ambientais. Para isso, tem sido comum a utilização de informações de relevo em formato analógico, como mapas e cartas, o que compromete a confiabilidade e a reprodução dos resultados devido à carga de subjetividade inerente aos métodos manuais. Com o advento e consolidação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e, conseqüentemente, o surgimento de formas digitais consistentes de representação do relevo, como os Modelos Digitais de Elevação (MDE), métodos automáticos de delimitação tem sido desenvolvidos desde então (GARBRECHT e MARTZ, 1999).

Nesse contexto, um importante parâmetro avaliado na delimitação de bacias hidrográficas é a hierarquia fluvial, que de acordo com Christofolletti (1980), consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra.

O desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos e técnicas para delimitação automática de bacias hidrográficas vêm ocorrendo cada vez mais, buscando-se facilitar e proporcionar a obtenção mais rápida e precisa de resultados. Desta maneira, este trabalho apresenta a metodologia utilizada na delimitação automática da bacia hidrográfica do rio Pancas, a partir do uso de dados de radar da missão espacial SRTM idealizada pela NASA.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

A área contemplada no presente estudo é a Bacia Hidrográfica do Rio Pancas que abrange os municípios de Colatina, Pancas, Marilândia e uma pequena porção do município de Baixo Guandu, localizados na região noroeste do estado do Espírito Santo. O clima do município de Colatina é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizando-se como clima tropical úmido com inverno seco.

Segundo Feitosa, Stocking e Resende (2001) apud Silva *et al.* (2010) a região é caracterizada como terras quentes, acidentadas e secas. A temperatura mínima no mês mais frio varia entre 11,8 e 18°C e a temperatura média máxima no mês mais quente varia entre 30,7 e 34°C.

Situa-se geograficamente entre os meridianos 40°31'18" e 40°58'34" de longitude oeste e entre os paralelos 18°59'45" e 19°31'13" de latitude sul, conforme Figura 1.

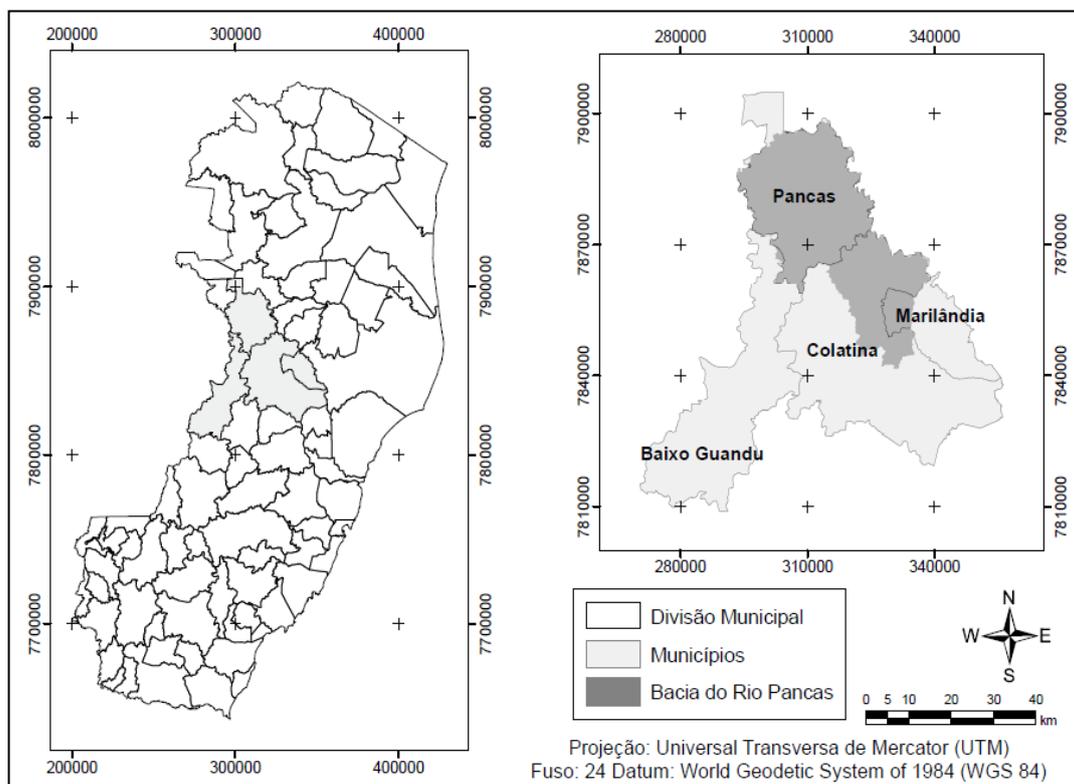


Figura 1 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas - ES.

## 2.2 Delimitação da Bacia

Para a delimitação da bacia hidrográfica foi utilizado o software ArcGIS 9.3/ArcMap® desenvolvido pela Environmental Systems Research Institute (ESRI). A primeira etapa para a delimitação da bacia hidrográfica e extração de sua rede de drenagem foi a aquisição das imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Estas imagens fazem parte de um programa de reconstituição do relevo do país, desenvolvido pela Embrapa Monitoramento por Satélites, e encontram-se disponíveis no endereço eletrônico <http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br> (MIRANDA, 2007).

O resultado dessa missão internacional de mapeamento do relevo terrestre, desenvolvido pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) e pela National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) dos Estados Unidos da América em 2000, permitiu a disponibilização de um modelo digital de elevação (MDE) com resolução de 90 metros para toda a América do Sul (SOUZA FILHO, 2003).

As imagens apresentavam-se em formato raster com projeção geográfica UTM (Universal Transversa de Mercator) e datum WGS 84 (World Geodetic System of 1984).

O MDE (Modelo Digital de Elevação), definido por Burrough (1986) como qualquer representação digital de uma variação contínua do relevo no espaço, foi gerado através de dados SRTM e forneceu as altitudes necessárias para a determinação de parâmetros relacionados à hidrologia, como direção de fluxo, fluxo acumulado, ordenamento de cursos d'água, delimitação da bacia hidrográfica, divisores de água e direção de fluxo principal.

A etapa inicial consistiu em determinar a direção do fluxo de escoamento da água e o fluxo acumulado, através do módulo "*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Flow Direction*" e "*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Flow Accumulation*".

Os arquivos da rede de drenagem utilizados no presente estudo encontram-se disponíveis no PORTAL GEOBASES através do endereço eletrônico <http://www.geobases.es.gov.br/portal/>.

Finalmente, de posse de todos os arquivos gerados e adquiridos, foi possível delimitar a bacia hidrográfica do rio Pancas através, respectivamente, da geração de feições de drenagem, da transformação da direção de fluxo de escoamento de água em formato matricial para formato vetorial, com a respectiva extração da rede de drenagem, e por fim, a delimitação automática da bacia através do módulo "*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Basin*". Para verificação dos limites da mesma, utilizou-se uma Ortofotomosaico 2007/2008 disponibilizada gratuitamente pelo IEMA (Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos), através do endereço eletrônico <http://189.84.218.229/aplicmap/geral.htm?9e2c79c3820bf581abae10d2d89cac9b>. Essa

Ortofotomosaico é um produto cartográfico digital de resolução espacial de 1 metro elaborado a partir de um Levantamento Aerofotogramétrico.

Para a classificação hierárquica dos cursos d'água, de acordo com Strahler, em 1952, utilizou-se os módulos “ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Stream Link” e “ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Stream Order”, respectivamente. Desse modo, obteve-se a rede hidrográfica hierarquizada em imagem matricial.

Em seguida, com o objetivo de facilitar a visualização e possibilitar a rotulação de cada afluente da rede de drenagem, optou-se por transformar a imagem matricial em vetorial de linhas representando a hidrografia, através do módulo “ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Stream Feature”.

Todas as etapas metodológicas estão apresentadas no fluxograma (Figura 2).

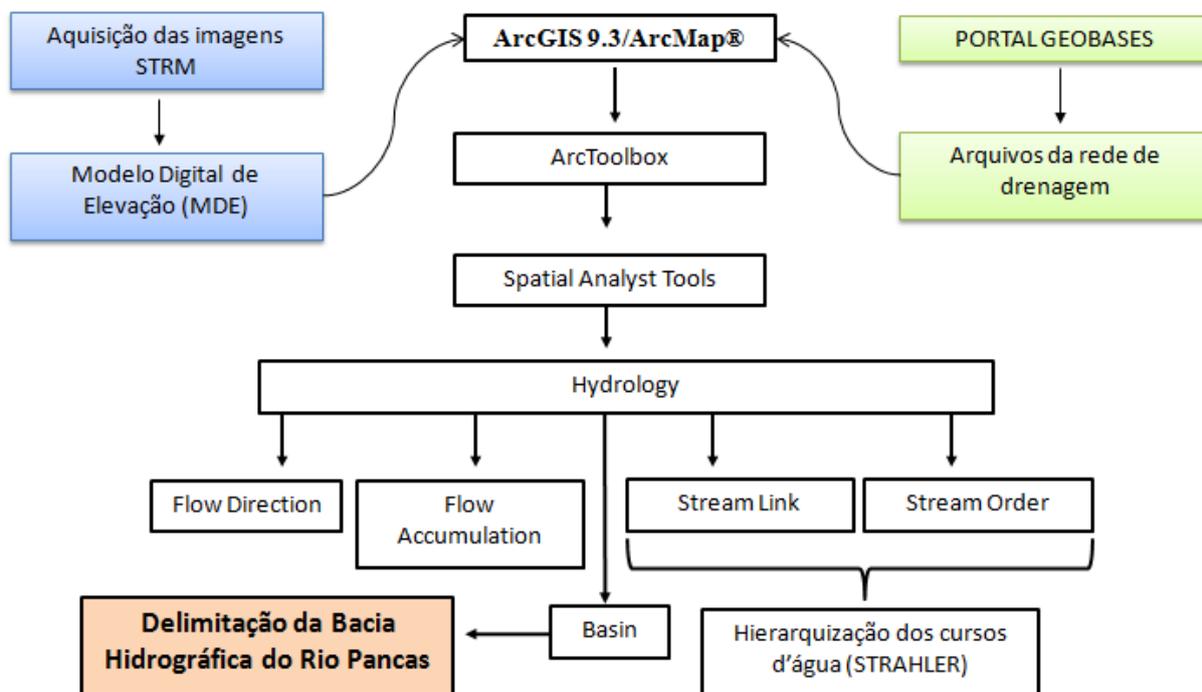


Figura 2 – Fluxograma da Metodologia utilizada na Delimitação da Bacia e na determinação de seu Ordenamento Fluvial

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Definição dos limites da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas

A bacia hidrográfica do rio Pancas delimitada, conforme Figura 3, possibilitou o conhecimento da dimensão da sua área de drenagem, a identificação dos municípios que recebem contribuição hídrica, a partir da captação de águas de precipitação pela bacia e o perímetro da sua área de drenagem.

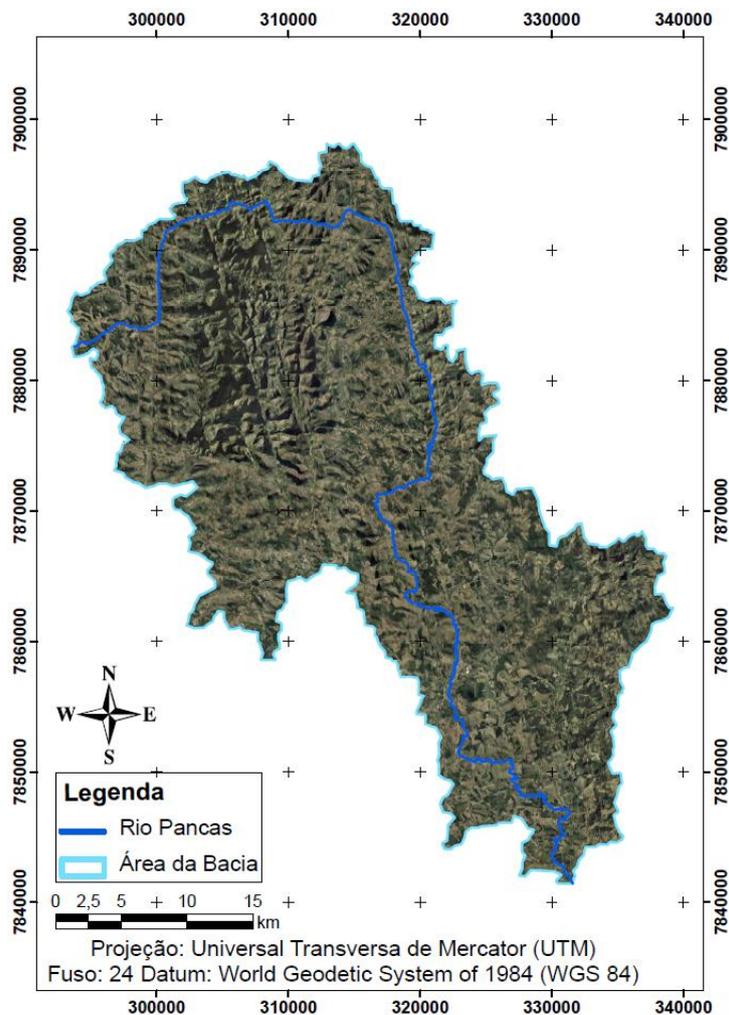


Figura 3 – Mapa da delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas - ES

De acordo com a delimitação, constatou-se que esta bacia hidrográfica está contida dentro do limite do estado do Espírito Santo, apresentou uma área de drenagem de 1.184,13 km<sup>2</sup>, perímetro de 249,47 km e um comprimento axial (da foz ao ponto mais longínquo do espigão) de 61,29 km.

### 3.2 Ordenamento dos cursos d'água

O ordenamento da bacia em estudo foi realizado levando-se em consideração o sistema de hierarquização proposto por Strahler (1952) apud Christofolletti (1980).

Segundo Christofolletti (1980), para Strahler, os menores canais, sem tributários, são considerados de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; 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 de primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente.

Mediante a isto, a bacia apresentou um maior número de cursos d'água de ordem primária, sendo o seu canal principal (rio Pancas) de quarta ordem (Figura 4).

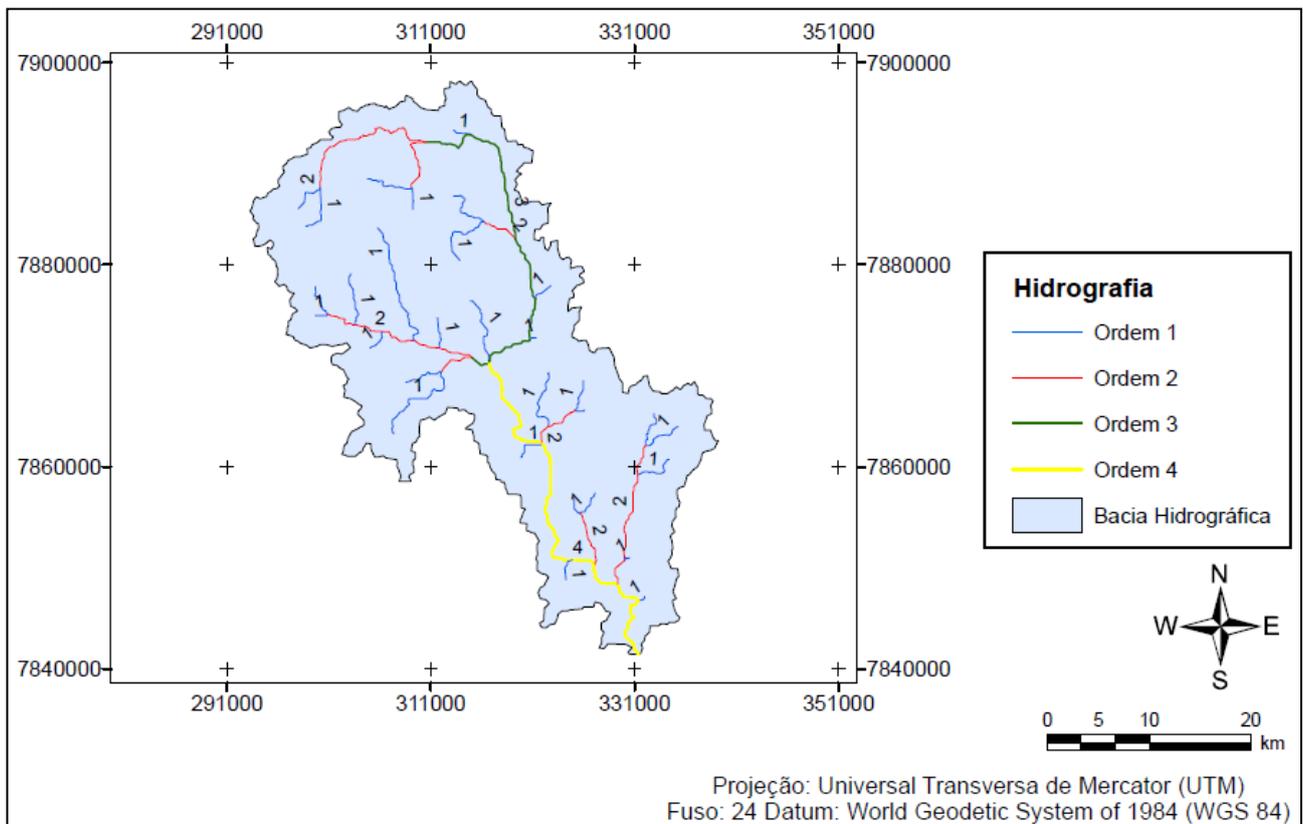


Figura 4 – Mapa de hierarquização dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas - ES

A partir do conhecimento desta ordem, podemos inferir que a bacia do rio Pancas possui um sistema de drenagem pouco ramificado, já que possui grande área, e de acordo com Tonello *et al.* (2006) poderia ser mais eficiente considerando que para o autor, quanto mais ramificada a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem.

#### 4 CONCLUSÃO

As ferramentas do SIG foram de fundamental importância na delimitação da bacia hidrográfica do rio Pancas, a partir do MDE gerado através de imagens de radar SRTM.

A feição que se refere à delimitação é uma relevante informação geográfica a se obter de uma bacia hidrográfica, quando o interesse é promover a eficiente gestão e planejamento de seus recursos hídricos. Isso é facilmente entendido pelo fato de que para existir eficiência dessas ações, são necessárias informações de outras fundamentais características físicas, que por sua vez, só podem ser determinadas a partir da delimitação da bacia.

Quanto à hierarquia fluvial da bacia, constatou-se que a mesma é de quarta ordem e possui um maior número de cursos d'água de primeira ordem.

A metodologia aplicada para a bacia hidrográfica do rio Pancas apresentou-se eficiente e de fácil operação na delimitação de sua área de drenagem, bem como para a hierarquização de seus cursos d'água, podendo a mesma ser empregada em qualquer outra bacia de interesse.

As informações geradas a partir da metodologia aplicada foram de grande importância no que se refere à tomada de decisões quanto à conservação e estudo da bacia estudada.

## BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, E. P.; TELES, M. G. L.; LAGO, W, J, S. (2009). “*Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM*” in Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Abr. 2009, pp. 4631-4638.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. (2006). “*Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ*”. Revista *Árvore*, nº 2, pp. 241-248.

CHRISTOFOLETTI, A. (1980). *Geomorfologia*. Edgard Blüncher, São Paulo – SP, 188 p.

COUTINHO, L. M.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; ZANETTI, S. S.; GARCIA, G. O. (2011). “*Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio da prata, Castelo, ES*”. Revista *Irriga*, nº 4, pp. 369-381.

GOMES, T. S.; LOBÃO, J. S. B. (2009). “*Delimitação de sub-bacias a partir do uso de imagem SRTM/NASA: um estudo da bacia do Rio Jacuípe - BA*” in Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Abr. 2009, pp. 3841-3848.

MORAIS, A. C.; SANTOS, A. R [organizadores]. (2007). *Geomática & Análise Ambiental*. EDUFES, Vitória – ES, 182 p.

SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; EUGENIO, F. C. (2010). *ARCGIS 9.3 total: aplicações para dados espaciais*. CAUFES, Alegre – ES, 184 p.

SILVA, J. G. F.; ULIANA, E. M.; PIMASSONI, L. H. S; RAMOS, H. E. A. (2010). “*Probabilidade de ocorrência de dias chuvosos e precipitação mensal e anual para o município de Colatina – ES*” in XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém - PA, Set. 2010.

SILVINO, A. N. O.; OLIVEIRA. I. M.; SILVEIRA, A.; ZEILHOFER. P. (2007). “*Caracterização morfométrica da bacia do alto rio das mortes no município de Campo Verde – MT utilizando sistemas de informações geográficas*” in Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste – Cuiabá – MT, 2007

SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; AYRES, F. M. (2010). “*Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM*”. Revista *Engenharia Agrícola*, nº 1, pp. 46-57.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. (2007). “*O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local*”. Revista *Uniará*, nº 20, pp. 137-156.