

## CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA DO RIO DO PEIXE EMPREGANDO SIG (SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS)

Fernando Angelo Couto Cardoso (\*), Deborah Luiza Poletto de Paula, Eliane Maria Vieira.

\* Universidade Federal de Itajubá – *Campus* Itabira. fernando.eam@gmail.com

### RESUMO

O presente artigo visa a caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do rio do Peixe, no município de Itabira-MG por meio de SIG, assim como das sub-bacias que pertencem à referida Bacia. Elas estão inseridas totalmente no estado de Minas Gerais na bacia hidrográfica do Rio Doce. Esta possui uma área de aproximadamente 405 km<sup>2</sup>, sendo a nascente do Rio do Peixe localizada no município de Itabira. Para a geração dos dados e análise dos resultados, foi utilizado o SIG ArcGis por meio da ferramenta ArcHydro, disponível no laboratório de topografia e geoprocessamento da Universidade Federal de Itajubá/*Campus* Itabira, tendo por base altimétrica o SRTM do Estado. Foram delimitados o limite da bacia e das sub-bacias que a compõe. Os parâmetros calculados foram rede de drenagem, área e perímetro da bacia, número de segmentos de rios, coeficiente de compacidade, fator de forma, densidade drenagem, declividade, altitude e amplitude altimétrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia hidrográfica, Análise fisiográfica, Rio do Peixe, ArcHydro, Geoprocessamento

### INTRODUÇÃO

Define-se por bacia hidrográfica como umas das principais unidades de gerenciamento territorial, sendo modelada pelas condições geológicas e climáticas locais.

Entretanto, em função do desenvolvimento da sociedade, cada vez mais, as bacias hidrográficas têm sofrido alterações na estrutura física dos canais, no aporte de sedimentos, na composição da biota, no regime hidráulico e no fluxo de matéria e energia (HOTT, 2007).

Com isso, tem-se utilizado bastante os recursos disponíveis na área da computação para que sejam analisadas e monitoradas as características morfométrica de uma bacia por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que segundo (CURTARELLI 2009 apud FERREIRA, 1997), podem ser considerados um instrumento para mapear e indicar respostas às várias questões sobre planejamentos urbano e regional, meio rural e levantamento dos recursos renováveis, descrevendo os mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente e auxiliando o planejamento e manejo dos recursos naturais de regiões específicas e fornecem meios para o tratamento de dados georreferenciados de forma eficiente, com qualidade e rapidez, através de customizações e automatizações que permitem a padronização de resultados.

De acordo com Teodoro et al. (2007), a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais, e tem como objetivo esclarecer as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, incorpora princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão. Assim, é de grande importância para gestores e pesquisadores a compreensão do conceito de bacia hidrográfica e de suas subdivisões.

### REFERENCIAL TEÓRICO

A caracterização fisiográfica de determinada bacia hidrográfica consiste no mapeamento, identificação e caracterização de determinados elementos desta, como:

- Rede de drenagem: De acordo com o *site* do Zoneamento Econômico Ecológico do Estado do Maranhão, define-se por rede de drenagem um traçado produzido pelo escoamento superficial e de interfluxo das águas pluviais que modelam por anastomose a topografia, sendo o traçado em função do clima, da topografia e da natureza dos materiais e da cobertura vegetal existente.
- Área da Bacia: Segundo (TONELLO, 2005, apud, TEODORO et al. 2007) define-se como área da bacia hidrográfica, toda área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográfico, planejada em plano horizontal, sendo estes, elementos básicos para o cálculo de diversos índices morfométricos.

- Perímetro: define-se como sendo o comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas. (TONELLO, 2005, *apud*, TEODORO et al. 2007)
- Número de segmentos de rios: Quantidade de rios que estão inseridos na bacia hidrográfica.
- Coeficiente de compacidade: Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da bacia. Quanto mais irregular for a bacia maior será seu coeficiente de compacidade. Um coeficiente igual a uma unidade significa uma bacia circular, e quanto mais alongada ela for, mais significativamente este número será maior que um, de acordo com (VILLELA; MATTOS, 1975, *apud*, TEODORO et al. 2007). Quanto maior o Kc menos propensa à enchentes é a bacia. O cálculo será feito a partir da equação:  $Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$ . Onde, Kc: representa o coeficiente de compacidade; P: perímetro e A: área de drenagem.
- Fator de forma: O fator de forma **kf** de uma Bacia hidrográfica é definida como a razão da Área pelo comprimento axial ao quadrado desta bacia.  $Kf=A/L^2$ . Bacias alongadas apresentam pequenos valores do fator de forma e são menos susceptíveis às inundações, uma vez que se torna menos provável que uma chuva intensa cubra toda a sua extensão. (BARBOSA, 2013)
- Densidade de drenagem: relação existente entre o número de rios ou cursos d'água e a área da bacia hidrográfica, indica também o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem. Segundo (GARCEZ, 1974, *apud*, BORSATO; MARTONI, 2004) uma baixa densidade de drenagem significa uma maior superfície de contribuição, fazendo com que o deflúvio demore mais para atingir os rios pode ser calculado pela fórmula:

$$Dd = \frac{\sum L}{A}$$

Onde,  $\sum L$ : comprimento total dos cursos d'água e A: área de drenagem.

- Declividade: relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial, afetando o tempo que leva a água da chuva para escoar, ou seja, para que elas se concentrem nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem da bacia. Picos de enchentes, infiltração e susceptibilidade para erosão estão diretamente relacionados com a declividade, pois quanto maior a declividade, mais rápido ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia. (VILLELA; MATTOS, 1975, *apud*, TEODORO et al. 2007).
- Altitude: grandes variações de altitude numa bacia acarretam diferenças significativas na temperatura média, causando variações na evapotranspiração, causando também possíveis variações de precipitação anual com a elevação.
- Amplitude altimétrica: Esta variável corresponde à diferença altimétrica entre a foz e a maior altitude situada num determinado ponto da área da bacia. Indica o desnível médio da bacia hidrográfica. (CASTRO; CARVALHO, 2009).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo deste trabalho foi a Bacia do Rio do Peixe que se encontra no município de Itabira – MG, Brasil, representado na figura 1. Sendo esta uma sub-bacia da bacia hidrográfica do Rio Doce.



**Figura 1: Mapa de localização da Bacia. Fonte: Autor deste trabalho**

O presente trabalho iniciou-se por uma primeira revisão bibliográfica buscando os parâmetros que poderiam ser empregados para a realização da caracterização fisiográfica da bacia em estudo.

Em seguida foram iniciados os trabalhos de delimitação dos limites da bacia e suas sub-bacias, bem como a delimitação dos rios presentes nestas.

Como base altimétrica foi empregado o modelo digital do terreno Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) do estado de Minas Gerais, obtido no site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Neste trabalho foi empregado o módulo ArcHydro como modelo de simulação, que trabalha dentro do SIG ArcGIS. Por meio deste foi delimitado o limite da bacia do rio do Peixe tendo como referência espacial as coordenadas geográficas do exutório desta.

Também foram delimitadas as principais sub-bacias contidas na bacia do rio do Peixe, empregando o mesmo procedimento. Por fim, delimitaram-se também os principais rios contidos nestas.

De posse da delimitação espacial destes elementos foram obtidos por meio do ArcGIS as áreas e perímetros de cada sub-bacia e da bacia do rio do Peixe além do comprimento de cada rio delimitado.

Para a geração da bacia por meio do ArcHydro inicialmente foi necessário gerar algumas layers, por meio da expansão ArcToolbox no modo Hidrológico. Primeiramente foi utilizada a ferramenta Fill que se trata de um preenchimento das depressões na imagem SRTM original. Após isto foram geradas as layers de direção de fluxo, fluxo acumulado e comprimento de fluxo. Para ordenar-se os rios foi utilizada a ferramenta Order, utilizou-se também a ferramenta con para simplificação os rios. Finalmente foi gerado o limite da Bacia do Rio do Peixe.

De posse desta simulação foram calculados os parâmetros rede de drenagem, área e perímetro da bacia, número de segmentos de rios, coeficiente de compacidade, fator de forma, densidade drenagem, declividade, altitude e amplitude altimétrica.

## RESULTADOS

A obtenção do limite da bacia e dos rios por meio do ArcHydro iniciou-se com o emprego do modelo SRTM corrigido pela ferramenta Fill juntamente com a aquisição das layers direção de fluxo, fluxo acumulado e comprimento de fluxo. O limite da bacia gerado, incluindo seus respectivos rios, após estas etapas está ilustrado na figura 2 a seguir.

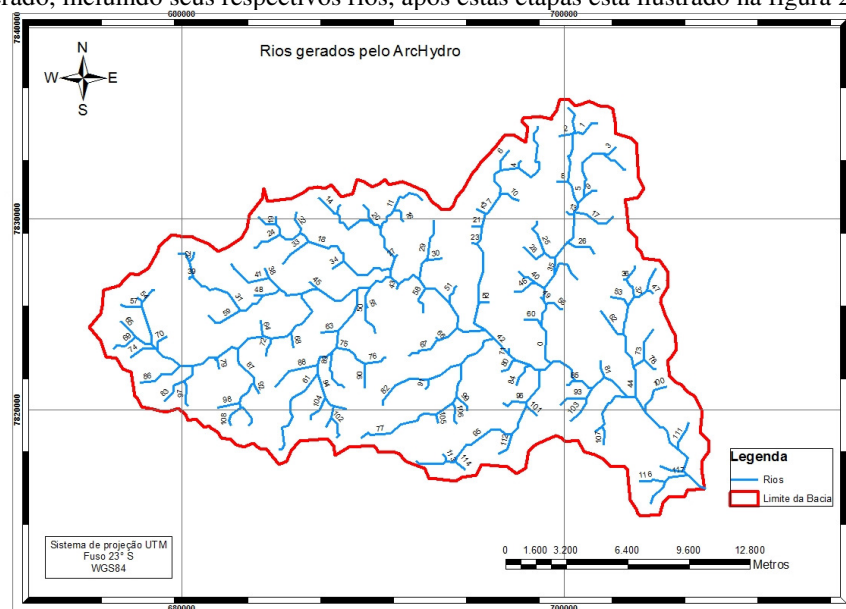


Figura 2: Limite da Bacia incluindo seus rios. Fonte: Autor deste trabalho.

A área da Bacia encontrada pelo ArcHydro foi de 405,790 km<sup>2</sup> com um perímetro de 137 km, além de um total de 118 rios totalizando 286,8 km de extensão.

Os parâmetros apresentados na metodologia serão calculados a seguir.

- **Coefficiente de Compacidade:**

O valor encontrado ao realizar este cálculo foi de  $K_C = 1,89$ .

A bacia em estudo pode ser considerada como não sujeita a grandes enchentes, de acordo com a classificação o Portal Educação (2014) que apresenta as seguintes faixas:

- 1,00 a 1,25 - bacia com alta propensão a grandes enchentes;
- 1,25 a 1,50 - bacia com tendência mediana a grandes enchentes; e
- > 1,50 - bacia não sujeita a grandes enchentes.

- **Fator de forma:**

O valor encontrado para o fator de forma, utilizando-se área de 405,499 km<sup>2</sup> e o comprimento axial o valor de 30,33 km, foi de **Kf = 0,43**.

- **Número de segmentos de rios:**

Estão inseridos 118 rios na Bacia com um comprimento total de 286.805,00 m, sendo o rio identificado como número 42 o principal desta Bacia, cujo nome é Ribeirão do Peixe. Indo da nascente até o exutório da Bacia do Rio do Peixe e sua extensão é de 43.563,00 m, como foi apresentado na figura 2.

- **Densidade de Drenagem:**

Utilizando-se os valores de 279,713 km para o comprimento total dos rios e 405,499 km<sup>2</sup> para a área da bacia, encontrou-se um valor de  $D_d = 0,689$  km/km<sup>2</sup> para a densidade de drenagem.

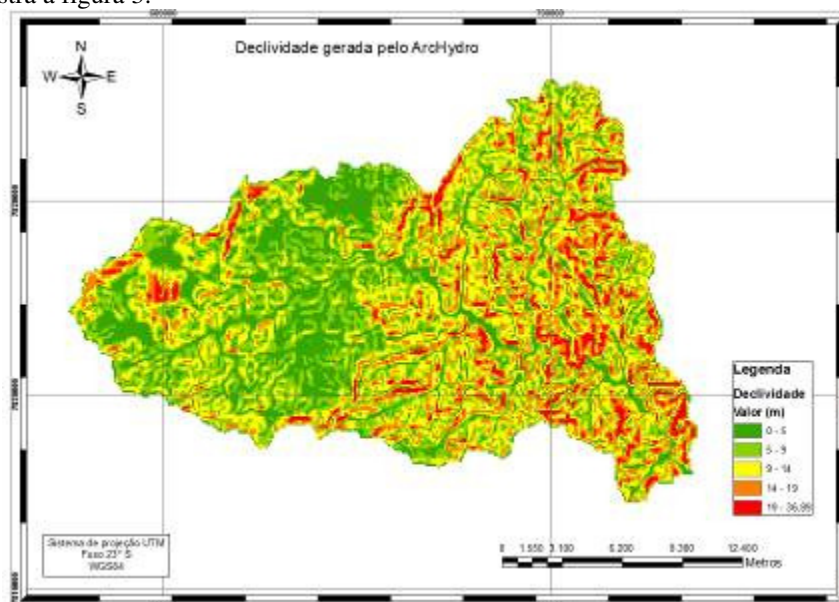
Segundo Carvalho e Silva (2006) as bacias podem ser classificadas segundo as seguintes classes de densidade de drenagem:

- Bacias com drenagem pobre →  $D_d < 0,5$  km/km<sup>2</sup>
- Bacias com drenagem regular →  $0,5 \leq D_d < 1,5$  km/km<sup>2</sup>
- Bacias com drenagem boa →  $1,5 \leq D_d < 2,5$  km/km<sup>2</sup>
- Bacias com drenagem muito boa →  $2,5 \leq D_d < 3,5$  km/km<sup>2</sup>
- Bacias excepcionalmente bem drenadas →  $D_d \geq 3,5$  km/km<sup>2</sup>

Assim a presente bacia pode ser classificada como tendo uma drenagem regular.

- **Declividade:**

Também foi gerado o mapa de declividade para a bacia tendo o base o SRTM corrigido e o limite da bacia gerado pelo ArcHydro como mostra a figura 3.



**Figura 3: Mapa de declividade da Bacia. Fonte: Autor deste trabalho.**

- **Altitude:**

Foi elaborado o mapa de altitudes empregando-se o limite da bacia gerado pelo ArcHydro e o modelo SRTM corrigido, como apresentado na figura 4.

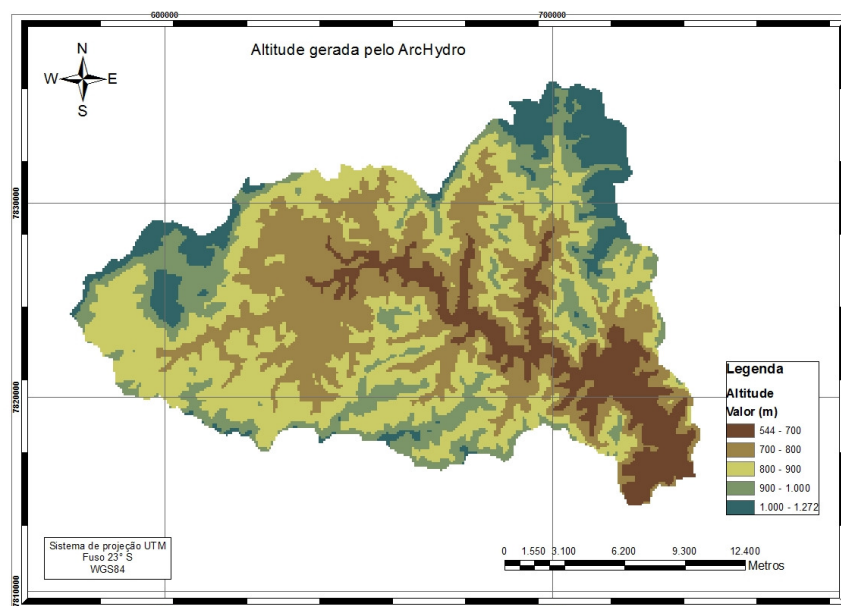


Figura 4: Mapa de Altitude da Bacia. Fonte: Autor deste trabalho.

- **Amplitude Altimétrica:**

Analisando-se o gráfico de Altitude da Bacia, pode-se perceber que existe uma diferença entre as altitudes máxima e mínima. A altitude na foz da Bacia é de 544 m, já a maior altitude foi de 1.272 m. A diferença encontrada foi de 728 m. A altitude mínima foi de 544 m e a média de 833,40 m.

## AGRADECIMENTOS

À UNIFEI pela oportunidade de participação no programa PIVIC (Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA, A. R.; Bacia Hidrográfica, Hidrologia Aplicada – CIV 226. Pag. 4. 2013.
2. BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, Maringá, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004. Disponível em <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHumanSocSci/article/download/1391/907>>. Acesso em 20 mar. 2014.
3. BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília 9 de Janeiro de 1997. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 28 jul. 2014.
4. CASTRO, S. B.; CARVALHO, T. M., Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. *Scientia Plena*, Goiânia, v. 5, n. 2. Disponível em <[http://www.scientiaplena.org.br/sp\\_v5\\_025401.pdf](http://www.scientiaplena.org.br/sp_v5_025401.pdf)>. Acesso em 21 mar. 2014.
5. CARVALHO, D. F., SILVA, L. D. B.. Hidrologia. Capítulo 3. Bacia hidrográfica. (2006) Disponível em: <<http://www.uc.pt/>>. Acesso em: 28 jul. 2014.
6. CURTARELLI, M. P. SIG aplicado à caracterização morfométrica de bacias hidrográficas – estudo de casoda bacia hidrográfica do rio Cubatão do Sul – Santa Catarina/Brasil. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal; INPE, 2009. 6 p.
7. FREIRE, A. J. ; LAGE, G. B.; CHRISTÓFARO, C. Comparação entre parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas gerados por dados SRTM e ASTER GDEM: estudo de caso para bacias do Vale do Jequitinhonha-MG. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Foz do Iguaçu: INPE, 2013. 7 p.
8. 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. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, abr. 2007. Disponível em:

<[http://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/newsdownload/artigos\\_resumos%20anais%20eventos/apc\\_13sbsr07\\_detbaciascps\\_hott.pdf](http://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/newsdownload/artigos_resumos%20anais%20eventos/apc_13sbsr07_detbaciascps_hott.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2013.

9. Portal educação. Forma da bacia hidrográfica. Portal Educação. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/>>. Acesso em: 05 ago. 2014.
10. TEODORO, V. L. I. et al. O Conceito De Bacia Hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Uniara, Araraquara, SP, n. 20, 2007.
11. Zoneamento Ecológico-Econômico do estado do Maranhão. Disponível em: <<http://www.zee.ma.gov.br>>. Acesso em: 01 dez. 2013.