

# CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA DO RIO SANTO ANTÔNIO: GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE AMBIENTAL

Amanda Lopes Maciel<sup>1</sup> e Elaine Maria Vieira<sup>2</sup>

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Rua Irmã Ivone Drumond, 200- Distrito Industrial II, Itabira, Minas Gerais, Brasil - 35900-361

<sup>1</sup> amandamaciel.eng@gmail.com; <sup>2</sup> elianevieira@unifei.edu.br

## RESUMO

O artigo tem como objetivo o levantamento de informações e análise da caracterização fisiográfica da bacia do rio do Santo Antônio, sub-bacia hidrográfica do rio Doce, localizada no município de Itabira, Minas Gerais. Para a obtenção dos dados e análise dos resultados, foram utilizados os modelos hidrosedimentológicos SWAT e ArcHydro, tendo como base altimétrica o SRTM de 30m de resolução espacial. Não foram encontradas diferenças significativas entre os limites gerados pelos dois módulos e ambos coincidem com o limite constatado em campo com o auxílio de um GPS. Contudo o SWAT segmentou mais a delimitação das sub-bacias internas frente às geradas pelo ArcHydro. Foram empregados o limite da bacia e os rios regados pelo SWAT para o cálculo dos parâmetros fisiográficos da bacia. De acordo com os parâmetros encontrados, pode-se concluir que a caracterização fisiográfica da bacia apresenta pouca susceptibilidade a enchentes em condições normais de precipitação.

**Palavras-chave** — SWAT, ArcHydro, enchente, parâmetros fisiográficos.

## ABSTRACT

*The article aims to get informations and analysis of the physiographic characterization of the Santo Antonio River basin, River Doce Sub-basin, located in the city of Itabira, Minas Gerais. To obtain the data and analyse the results, two hidrosedimentologics models were used, SWAT and ArcHydro, using the SRTM elevations of 30 m spatial resolution. No significant differences were found between the demilitations generated by two modules and both match the limit established in the field with the help of a GPS. However the SWAT segmented more delimitations while compared to ArcHydro. The limit of the basin and the rivers watered by the SWAT were used to calculate the basin physiographic parameters. According to the parameters found, it can be concluded that the physiographic characterization of the basin features little susceptibility to floods in normal precipitation.*

**Keywords** — SWAT, ArcHydro, flood, physiographic parameters.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica constitui-se uma das principais unidades de gerenciamento territorial, sendo uma das principais unidades de estudo e gestão dos recursos hídricos [1]. Todos os estudos relacionados à qualidade da água, geração de sedimentos, estudos relacionados à poluição ambiental tem como unidade básica de estudo a bacia hidrográfica. Assim, a caracterização fisiográfica desta unidade serve de base para todos estes estudos.

Levando-se em consideração a dinâmica da ocupação das áreas urbanas e a velocidade de degradação das terras, a utilização de imagens de satélite, complementada com trabalho de campo, torna-se necessária para o monitoramento do meio ambiente, para se avaliar o grau e a intensidade da degradação das terras [2].

Desse modo, a caracterização fisiográfica permite coletar informações que auxiliam no planejamento de uma bacia hidrográfica, conhecendo suas potencialidades e eficiência da rede de drenagem, o tempo de detenção hídrica e, pontos estratégicos que devem ser considerados relevantes, como as áreas vulneráveis a ocorrência de enchentes [3].

Nesta perspectiva, este trabalho tem por objetivo a caracterização fisiográfica da sub-bacia hidrográfica do rio do Santo Antônio, localizada na região leste do estado de Minas Gerais, Brasil, a fim de subsidiar estudos de planejamento e gestão desta, fornecendo dados e/ou informações que possam atenuar os possíveis impactos ambientais existentes e contribuir para a recuperação das áreas já impactadas, bem como o nortear o planejamento de novas atividades a serem desenvolvidas na região.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo deste trabalho foi a bacia do rio Santo Antônio, que se encontra no município de Itabira – MG, localizado na região leste do estado de Minas Gerais, Brasil, como mostrado na Figura 1. Esta constitui numa sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Doce.



Figura 1. Mapa de localização da bacia do rio Santo Antônio.

Para a delimitação da bacia do rio Santo Antônio, foram empregadas duas simulações: a primeira realizada no SWAT e a segunda no ArcHydro, ambas extensões do ArcGis®, utilizando-se a mesma base cartográfica e o mesmo ponto de exultório, para que os resultados pudessem ser comparados, a fim de se constatar qual módulo melhor se aproxima do limite real da bacia após o levantamento de campo empregando um GPS portátil de navegação modelo eTrex Vista® H Garmin.

Após a delimitação da bacia e definição da rede de drenagem, foram calculados os parâmetros fisiográficos: 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.

A partir da delimitação da sub-bacia com os módulos hidrológico do ArcGis®, comparou-se os dois resultados, obtidos por meio do SWAT e do ArcHydro e na sequência, foram realizados levantamentos de campo empregando um GPS portátil de navegação modelo eTrex Vista® H Garmim, a fim de se constatar qual módulo melhor se aproxima do limite real da bacia, permitindo averiguar o modelo que seria o mais indicado para a delimitação da mesma.

A validação de ambas as extensões do software ArcGis foram iniciadas por meio a seleção de coordenadas de alguns pontos que coincidem com as estradas que passam na presente área em estudo e assim, por meio do GPS, permitiu analisar os limites gerados.

O mapeamento do uso e ocupação do solo foi realizado por meio da interpretação visual da imagem de alta resolução espacial do ano de 2018 disponível no software Google Earth®. O algoritmo classificador supervisionado adotado foi o MAXVER (máxima verossimilhança).

Foram determinadas as seguintes classes de uso e ocupação do solo: Fragmentação vegetal, Vegetação em regeneração, Outros usos, e Solo exposto, sendo que a classe Outros usos contempla áreas de agricultura e pastagens, por serem de difícil distinção na imagem trabalhada.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da delimitação feita da bacia do rio Santo Antônio pelo SWAT, e por meio da tabela de atributos da mesma, o perímetro encontrado foi de 53,638 Km e a área de 68,247 Km<sup>2</sup>. Assim, empregando a mesma base altimétrica SRTM de 30 metros de resolução espacial, foi possível delimitar as principais micro-bacias, obtendo 73 no total.

Também foi obtida a área da bacia do rio Santo Antônio gerada pelo ArcHydro, encontrando-se o valor de 68,243 km<sup>2</sup> e o perímetro calculado pelo programa foi de 53,534 km. Foi encontrado um total de 71 sub-bacias.

Em relação ao limite da bacia, não houve diferença entre os dois limites. Assim, para esta bacia poderia ser empregado um ou outro para o cálculo dos parâmetros fisiográficos. Contudo, ainda assim foi realizado um levantamento de campo com o GPS e os pontos coletados estão dispostos na Figura 2. Como pode ser observado, não houve diferença entre a localização dos pontos e os limites.

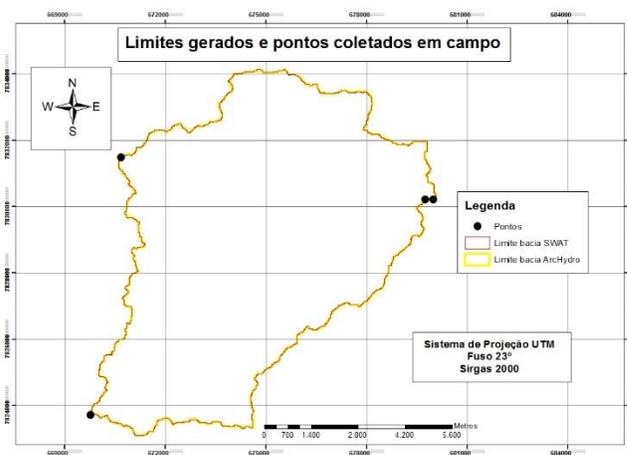


Figura 2. Limites gerados e pontos coletados em campo.

Desse modo, foram empregados os dados obtidos do SWAT para o cálculo dos parâmetros fisiográficos, visto que este subdividiu mais a bacia.

A bacia rio Santo Antônio foi caracterizada por meio dos parâmetros determinados na Tabela 1, apresentando os índices físicos.

Com base nos resultados obtidos, a bacia hidrográfica do rio Santo Antônio mostra-se pouco vulnerável pelo fato de ter uma densidade de drenagem de 1,039 Km/Km<sup>2</sup>, a bacia apresenta uma drenagem regular [4], juntamente com o coeficiente de compacidade de 1,82, a bacia não está sujeita a grandes enchentes [5]. Somados ao fator de forma com valor baixo de 0,66, corroboram ao fato de que a bacia é pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação.

Características físicas	Valores
Forma da Rede de Drenagem	Dentrítica
Área (Km <sup>2</sup> )	68,247
Perímetro (Km)	53,638
Comprimento do rio principal (Km)	10,405
Comprimento total rios (Km)	70,913
Coeficiente de compacidade	1,82
Índice de circularidade	0,298
Fator de forma	0,66
Densidade de drenagem (Km/Km <sup>2</sup> )	1,039
Densidade hidrográfica (canais/Km <sup>2</sup> )	1,0696
Cota de altitude mais alta (m)	1182
Cota de altitude mais baixa (m)	617
Ordem da bacia	4ª ordem

Tabela 1. Síntese dos parâmetros calculados.

O índice de circularidade da bacia apresentou resultado de aproximadamente de 0,3, possuindo uma tendência alongada, o que denota a esta uma baixa propensão a picos de enchente ao longo do rio principal, visto que, em geral, bacias com forma circular tendem a concentrar maior volume de água no rio principal em função de uma maior possibilidade de ocorrência de chuvas intensas em toda sua extensão.

Também foi gerado o mapa de declividade da bacia empregando-se o ArcGis®. Para este mapa foi adotado o modelo digital de terreno SRTM corrigido e o limite da bacia gerado pelo SWAT.

Na região leste da bacia ocorre uma área de maior declividade representada pela cor vermelha (Figura 3). Essa característica pode atribuir a esta região maior velocidade e menor tempo para o escoamento da água provinda principalmente da chuva, podendo acarretar também uma menor quantidade de água infiltrada no solo.

Para a classificação da área quanto a declividade, os intervalos das classes e arranjo nas categorias verificadas na Tabela 2 foram definidos segundo arranjo sugerido por [3].

Intervalo de declividade (%)	Quantificação em graus (°)	Categoria
<6	<3,434	Muito fraca
6 a 12	3,434 a 6,843	Fraca
13 a 20	7,401 a 11,310	Média
21 a 30	11,860 a 16,700	Forte
>31	>17,223	Muito Forte

Tabela 2 - Intervalos de classe e categorias de declividade.

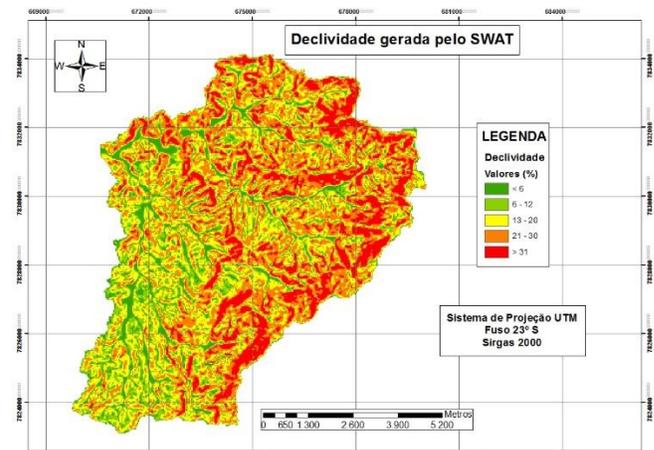


Figura 3. Mapa de declividade da bacia rio Santo Antônio gerado pelo SWAT.

Segundo esse mesmo autor, esses intervalos são consagrados em estudos de Capacidade de Uso/Aptidão Agrícola como valores limites críticos da geotecnia, indicativos do vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamentos/deslizamentos e inundações frequentes [6]. Por meio da tabela, classifica-se a área classificada como Forte e Muito forte, que embora não sejam as classes dominantes nesta, são significativas e proporcionam a estas regiões um superficial alto e tempo de concentração baixo.

A análise da declividade das vertentes permite mostrar a distribuição das inclinações das superfícies do relevo, sendo esta característica muito importante na análise do uso e ocupação do solo da área, bem como fluxo torrencial de superfície e os consequentes processos erosivos e arrastamento de material para o curso hídrico da bacia, dentre outros [7].

Por fim, foi gerado o mapa de altitudes empregando-se o limite da bacia gerado pelo SWAT e o modelo digital de terreno SRTM, foram obtidas as altitudes Máxima de 1182 m e mínima de 617 m, como apresentado na Figura 4.

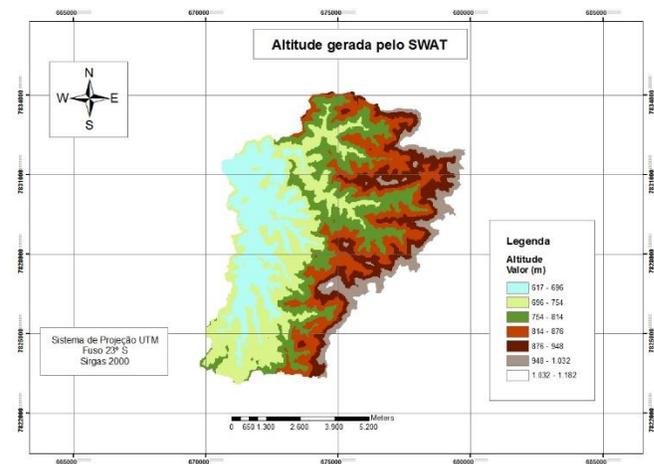


Figura 4 - Mapa das altitudes empregando o limite da bacia gerado pelo SWAT.

Analisando-se o mapa de altitudes da bacia, pode-se dizer que a diferença altimétrica entre foz da bacia (área em que apresenta menor altitude) e a maior altitude detectada na bacia foi de 565 m. Em relação à altitude encontrada nos segmentos de rios, obtiveram-se os valores de 907 m para a foz e 622 m para a nascente do Córrego Santo Antônio.

O levantamento sobre o uso da terra comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso e de ocupação do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão. O mapeamento dos usos da terra em uma bacia hidrográfica fornece a informação da pressão e impacto que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente. Por isso, o mapa de uso e ocupação do solo da bacia do Rio Santo Antônio foi elaborado no intuito de classificar de modo geral todas as formas de uso da terra, como apresentado na Figura 5 abaixo.

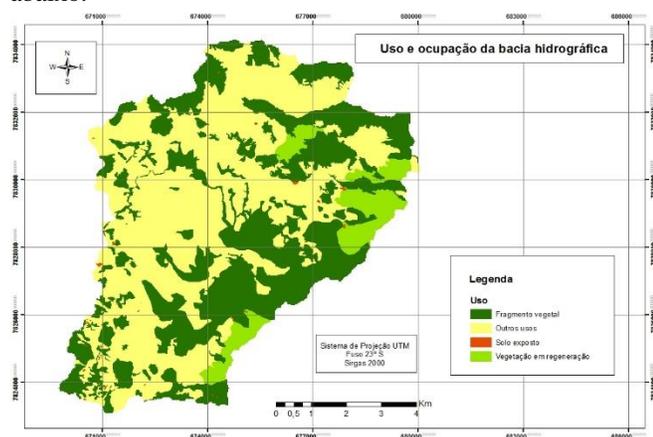


Figura 5 - Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Santo Antônio.

Conforme apresentado na Figura 5, a classe predominante na bacia hidrográfica é Outros usos (pastagens e agricultura), ocupando uma área de 36,11 Km<sup>2</sup> (52,80 % da área total da bacia), seguido de Fragmentação vegetal que corresponde 27,56 Km<sup>2</sup> (40,30 % da área total da bacia). Próximos a grandes fragmentações vegetais, encontram-se Vegetação em regeneração, que ocupa uma área de 4,60 Km<sup>2</sup> (6,73 % da área total da bacia) e o Solo exposto corresponde a 0,12 Km<sup>2</sup> (0,17 % da área total da bacia). A expressiva participação da classe Outros usos demonstra processos de antropização a que a área tem sido submetida. Assim, pelo fato da maior porcentagem de uso e ocupação do solo se compor por essas atividades, estas podem ser associadas à degradação dos solos, com efeitos na qualidade da água dos corpos hídricos que drenam as áreas de pastagens.

## 5. CONCLUSÕES

A delimitação automática de bacias hidrográficas é uma metodologia de fácil utilização e, com os resultados obtidos,

conclui-se que a metodologia adotada mostrou-se eficiente devido à facilidade, rapidez de processamento e análise das informações obtidas, que apresentaram compatibilidade com a realidade local.

Embora os valores obtidos pelos modelos não sejam idênticos, não foram encontradas diferenças significativas entre os limites gerados pelos dois módulos e ambos coincidem com o limite constatado em campo com o auxílio de um GPS, visto que se empregou um modelo de 30m de resolução espacial.

Vale salientar que, de acordo com os parâmetros encontrados na caracterização fisiográfica da bacia do rio Santo Antônio, pode-se concluir que esta apresenta pouca susceptibilidade a enchentes em condições normais de precipitação, mas devem-se aprofundar os estudos com base em dados climáticos mais consistentes sobre a ocorrência periódica de irregularidades nos níveis de precipitação, mostrando assim a importância de estudos mais aprofundados.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Fapemig, pelo apoio financeiro.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] Baruqui, A. M.; Fernandes, M. R. Práticas de conservação do solo. Belo Horizonte. Informe Agropecuário, Belo Horizonte. v. 11, n. 128. p. 55-69, ago. 1985.
- [2] Neto, J. M.; Barbosa, M. P.; Fernandes, M.; Silva, M. Avaliação da degradação das terras nas regiões oeste e norte da cidade de Campina Grande, PB: um estudo de caso. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 6 n°. 1, Campina Grande Jan./Apr. 2002.
- [3] Duarte, C. C. et al. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Tapacurá-PE. Revista de Geografia, Recife, v. 2, n. 24, p.50-64, maio 2007.
- [4] Carvalho, D. F., Silva, L. D. B. Hidrologia. Capítulo 3. Bacia hidrográfica. (2006).
- [5] Portal Educação. 2014. Forma da bacia hidrográfica. Portal Educação.
- [6] Ross, J. L. S. Análise empírica da fragilidade ambiental dos ambientes naturais e antropizados. 1993.
- [7] Mendonça, F. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica: Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. Rev. Raega. Curitiba, v.3, n.3;1999, p.67-89.