

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO APLICADAS NA MODELAGEM DIGITAL DO TERRENO VISANDO A CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

Gabriel Rondina Pupo da Silveira⁽¹⁾; Sérgio Campos⁽²⁾; Fernanda Leite Ribeiro⁽³⁾; Yara Manfrin Garcia⁽¹⁾; Aline Kuramoto Gonçalves⁽¹⁾;

⁽¹⁾ Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Energia na Agricultura/Departamento de Engenharia Rural/FCA-Unesp-Botucatu-SP. Universidade Estadual Paulista. E-mails: gabrielrondina@hotmail.com; yaramanfrin@hotmail.com, aline587@gmail.com ⁽²⁾ Docente do Departamento de Engenharia Rural/FCA-Unesp-Botucatu-SP. Universidade Estadual Paulista. E-mail: seca@fca.unesp.br ⁽³⁾ Docente da Universidade de Londrina – UEL Londrina/PR. E-mail: flribeiro@yahoo.com.

Eixo temático: Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos

RESUMO – O trabalho visou obter o mapeamento das classes de declive da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antonio – São Manuel (SP), para posteriormente ser elaborado o Modelo Digital de Terreno (MDT) da área que localiza-se em uma importante região agrícola. As classes de declive ocorrentes na microbacia mostraram que as áreas planas (declive de 0 a 3%) e suavemente onduladas (declive de 3 a 6%), representam de 94,70% da área. O solo mais significativo encontrado na área é o Latossolo Vermelho, com 3306,69 ha (77%).

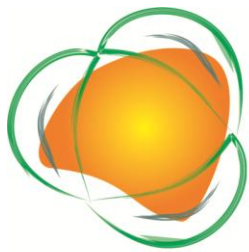
Palavras-chave: Declividade. Erosão. Sistemas de Informação Geográfica. Modelo Digital de Elevação.

ABSTRACT - The study aimed to obtain the mapping of slope classes of the watershed of Ribeirão Santo Antonio - São Manuel (SP), and prepare the Digital Terrain Model (DTM) of the area that is located in an important agricultural region. The slope classes occurring in the watershed showed that the flat areas (gradient 0 to 3%) and gently rolling (slope of 3 to 6%), representing 94.70% of the area. The soil that occupies most of the area is the Rhodic Hapludox with 3306.69 ha (77%).

Key words: Declivity. Erosion. Geographic Information System. Digital Elevation Model.

Introdução

Os problemas ambientais vivenciados no mundo têm mostrado níveis alarmantes de depauperamento dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, assoreamento e poluição dos rios e córregos, afetando a saúde dos animais e da humanidade, causando problemas de disponibilidade de água, queda dos níveis de produção agropecuária, comprometendo a economia global e a qualidade de vida da população (TORRES et al., 2006).



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

A altimetria é de extrema importância em vários projetos ambientais e agrícolas, sendo a tradução visual do relevo de um terreno. Essa representação pode ser visualizada e armazenada em forma vetorial (curvas de nível) ou matricial (Modelo Digital do Terreno).

A declividade das encostas é o principal fator condicionante da erosão. Sua variação determina formas e feições da paisagem, ditando também potencialidades de uso e restrição ao aproveitamento das terras (HERNANDEZ et al., 2000).

O relevo, segundo Horton (1945), comanda a circulação de água nos solos e sua evolução está ligada às formações superficiais, e que a condição de relevo suave ondulado propicia normalmente a existência de solos maduros, enquanto que, relevos fortemente ondulados suportam solos mais jovens.

Araújo Júnior (1998) diz que o relevo apresenta relações diretas com as condições de profundidade do perfil, susceptibilidade à erosão, drenagem, etc.

Os sistemas de informação geográfica são considerados tipos especiais de sistemas de informação, automatizados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos. Tais ferramentas revolucionaram o monitoramento e a gestão dos recursos naturais e uso do solo, devido à capacidade de análise de grande quantidade de informação de diversas origens, de forma simultânea (Aronoff, 1989; Bull, 1994; Câmara et al., 1996).

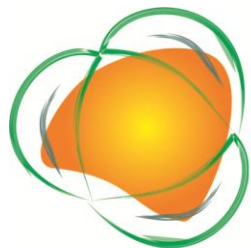
O presente trabalho apresenta como objetivos a utilização de técnicas de geoprocessamento no mapeamento da declividade, ou seja, na elaboração de um Modelo Digital de Terreno (MDT), utilizando a bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, localizada no centro-oeste do estado de São Paulo, no município de São Manuel como fonte de estudo. Os dados obtidos no trabalho serão de grande valia no auxílio de projetos na área, visto que esta bacia hidrográfica se localiza em uma importante região agrícola. O trabalho também é importante para testar a eficiência do método de estudo.

Material e Métodos

A bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, situada no município de São Manuel (SP), com uma área de 4286,15ha, possui situação geográfica definida pelas coordenadas: Latitude 22° 31' 52" a 22° 38' 20" S e Longitudes 48° 33' 40" a 48° 38' 47" WGr.

No georreferenciamento, foi utilizado o sistema de coordenadas planas, projeção UTM, *datum* Córrego Alegre, bem como dois arquivos de pontos de controle, sendo o primeiro da imagem digital e o outro, da carta topográfica de São Manuel (SF-22-Z-B-V-2), editada em 1973 pelo IBGE.

Foram determinadas as coordenadas de cada ponto, e com estes dados, foi feito um arquivo de correspondência, através do comando *Edit* do menu *Database Query*, presente no módulo *Analysis*.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

A conversão dos dados vetoriais em imagem *raster* e o seu processamento foi realizado com auxílio do Sistema de Informações Geográficas – Idrisi, versão 15.0 (Andes), bem como a determinação das áreas das classes de solo e uso das terras da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio. O *software* SIG Idrisi Selva também foi utilizado no processo de georreferenciamento da imagem de satélite.

A digitalização do limite da área da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio – São Manuel (SP) foi realizada via tela do computador, através do módulo de digitalização (*digitalize*) no IDRISI. Para tanto, utilizou-se a Carta Planialtimétrica em formato digital, segundo os pontos mais elevados em torno da drenagem, tendo-se como base a definição de ROCHA (1991), para bacia hidrográfica.

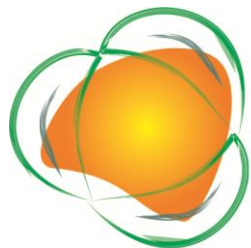
A figura 1 mostra a carta planialtimétrica utilizada para o levantamento das informações do relevo.



Figura 1. Limite da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antonio, São Manuel (SP) obtida na Carta Planialtimétrica do IBGE (1973).

As curvas de nível com equidistância vertical de 20 em 20 metros foram obtidas a partir das cartas topográficas de 1:50.000. Realizou-se o extrapolamento das curvas de nível em relação ao limite da bacia para posterior obtenção do modelo digital de elevação.

As classes de declividade foram obtidas através da digitalização em tela e interpolação das curvas de nível da bacia.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

A interpolação das curvas de nível foi realizada através do SIG Idrisi, utilizando a metodologia TIN (Triangular Irregular Network). Tal processo consistiu no uso do arquivo vetorial contendo as curvas de nível no módulo TIN interpolation, que efetuou a interpolação. Posteriormente, fez-se o cálculo de declives no módulo surface e finalmente usando-se o módulo de reclassificação de valores, reclass, os valores interpolados foram agrupados nos intervalos de classes de declividade de 0- 3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-40 e >40%. O mapa de declividade foi criado a partir do modelo digital de elevação, conforme as classes de declive utilizadas para conservação do solo (Tabela 1) preconizadas pela Soil Survey Staff (1975).

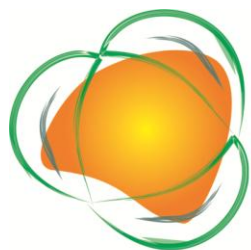
Tabela 1. Intervalos de classes de declive para conservação de solos.

Intervalo (%)	Relevo	Cor característica
0 a 3	Plano	Verde claro
3 a 6	Suave ondulado	Amarelo
6 a 12	Ondulado	Vermelho
12 a 20	Forte ondulado	Azul
20 a 40	Montanhoso	Verde escuro
> 40	Escarpado	Roxo

Para a finalização do mapa de declives, aplicou-se um filtro de moda 7 x 7 e de mediana 5 x 5 com a finalidade de excluir manchas muito pequenas e de suavizar as fronteiras de cada classe de declive. Para aplicar este filtro, foi utilizado-se o módulo context operators/filter.

Resultados e Discussão

As curvas de nível da bacia (Figura 2) demonstram que houve uma variação de altitudes de 440 a 760 m, sendo que as maiores altitudes prevaleceram nas nascentes dos cursos d'água.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

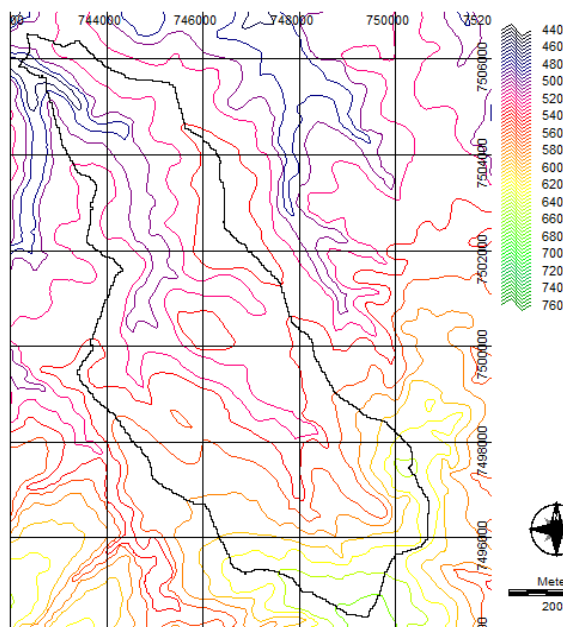
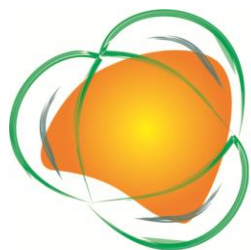


Figura 2. Planialtimetria digital da bacia do Ribeirão Santo Antonio – São Manuel (SP).

O resultado da interpolação pelo módulo *TIN Interpolation* pode ser observado na Figura 4, onde estão representadas as classes de declives interpoladas e reclassificadas com o objetivo de definir os intervalos de classes de declive propostos para este trabalho.

A interpolação das curvas de nível resultou no mapa de classes de declive (Figura 3 e Tabela 2) mostra as áreas de cada classe de declive obtidos após esta interpolação.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

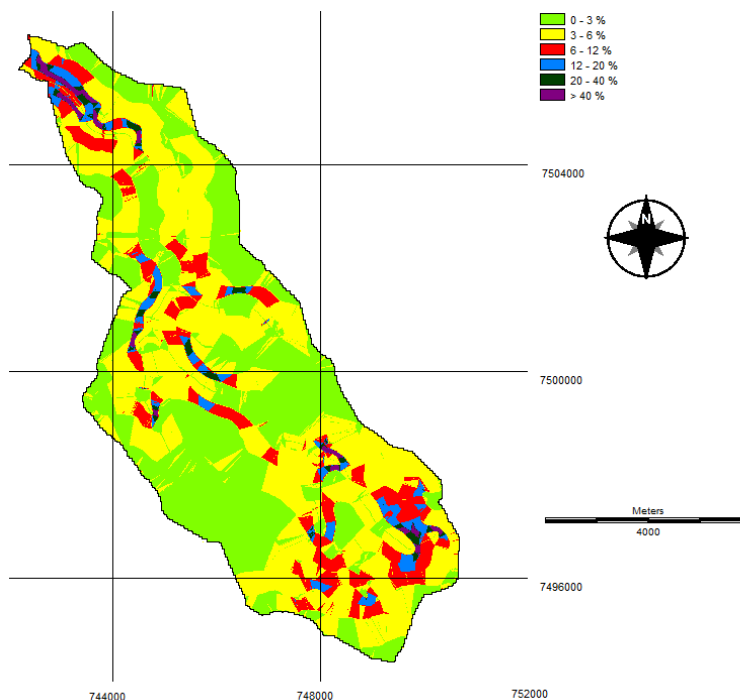
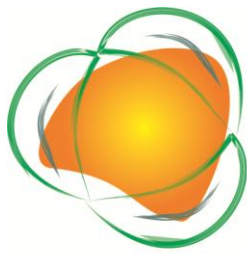


Figura 3. Modelo Digital do Terreno (MDT) da bacia do Ribeirão Santo Antonio – São Manuel (SP).

Tabela 2. Classes de declive ocorrentes na bacia do Ribeirão Santo Antonio – São Manuel (SP), obtidas pelo SIG - IDRISI.

Classes de Declividade	Área	
	ha	%
0 a 3%	1703,53	39,74
3 a 6%	1893,49	44,18
6 a 12%	462,14	10,78
12 a 20%	140,75	3,28
20 a 40%	46,77	1,10
> 40%	39,47	0,92
TOTAL	4286,15	100



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

A análise (Figura 3 e Tabela 2) permitiu inferir que as classes de declive de 0 a 3% (áreas planas) e de 3 a 6% (suavemente ondulada), que ocorrem na bacia do Ribeirão Santo Antonio, representam 94,70% da área, sendo que estas, ou seja, 39,74% de 0 a 3%, 44,18% de 3 a 6% e 10,78% de 6 a 12%, respectivamente, relevo plano, suavemente ondulado e ondulado (Chiarini & Donzelli, 1973), constituindo-se em 4059,16 ha da área da bacia.

Segundo Lepsch et al. (1991), as áreas com declive de 0 a 6% são destinadas para o plantio de culturas anuais com o uso das práticas simples de conservação do solo, uma vez, que o próprio plantio em nível da cultura já controla o processo erosivo do solo, enquanto que de 6 a 12% são destinadas ao plantio de culturas anuais com o uso das práticas simples de conservação do solo são mais intensivas e necessárias para controlar o processo erosivo do solo, (Filadelfo Júnior, 1999).

O relevo forte ondulado (declive de 12 a 20%), indicado para a exploração de culturas permanentes, que proporcionam proteção ao solo, apresenta 3,28% (140,75 ha) da área da bacia, enquanto que o relevo acidentado (declive de 20 a 40%), indicado para o desenvolvimento da pecuária e da silvicultura, predominou em apenas 1,10% (46,77ha).

Apenas 0,92 % da área total da bacia representa áreas com mais de 40% de declividade. Essas áreas, classificadas como relevo montanhoso por Chiarini & Donzeli (1973) e por Lepsch et al. (1991) seriam terras propícias para o cultivo com silvicultura e pastagens, com limitações.

Pode-se dizer que a bacia apresenta-se com elevado potencial agricultável, pois apresenta mais de 98% propício para o cultivo com culturas anuais e permanentes, ou seja, com declividade variando de 0 a 20%.

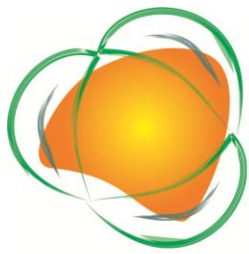
Conclusões

As técnicas de geoprocessamento se mostrando muito eficientes para a interpolação dos dados para a geração do modelo digital do terreno. Os resultados obtidos representaram importantes informações da área, permitindo um estudo das classes de declive e da conservação que para cada classe é aplicada no local.

A metodologia permitiu concluir que as classes de declive ocorrentes na área, em ordem decrescente, foram: 3 – 6%, 0 – 3%, 6 – 12%; 12 – 20%, 20 – 40%, e mais que 40 %, sendo que classe de declive de 3 a 6 % (suavemente ondulado) foi a mais significativa na bacia do Ribeirão Santo Antonio – São Manuel (SP) com 1883,44 ha (44,18%), mostrando que a área tem perfil para utilização agrícola e assim necessita de cuidados conservacionistas.

Referências Bibliográficas

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems**. WDL. Publications, Canada. 1989.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

BULL, G. **ECOSYSTEM MODELLING WITH GIS. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**, 1994

CÂMARA, G.; FREITAS, U. M.; SOUZA, R. C. M.; GARRIDO, J. **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Object – Oriented Data Modelling**. *Computers and Graphics*, vol. 15, n. 6, July 1996.

CHIARINI, J.V.; DONZELLI, P.L. **Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do estado de São Paulo**. Bol. Inst. Agron. Campinas, n. 3, p. 1 - 20, 1973.

FILADELFO JÚNIOR, W.S. **Geoprocessamento aplicado ao estudo de ocupação do solo e de classes de declive**. Botucatu, 1999, 112 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Irrigação e Drenagem), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

HERNANDEZ, F.B.T. **Projeto piloto de conservação dos recursos do solo e água e irrigação coletiva nas microbacias hidrográficas dos Córregos Sucuri, Bacuri e Macumã no município de Palmeira D'Oeste – Estado de São Paulo**. Ilha Solteira, 2000.

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basing hydrophysical approach to quantitative morphology** Bul. Geol. Soc. An., Boulder, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI Jr., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p.

ROCHA, J. S. M.- **Manual de Manejo Integrado de Bacia Hidrográfica**. Universidade Federal de Santa Maria, 1991.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey**. USDA, Washington, D.C. 1975. 930p

TORRES, J.L.R & FABIAN, A.J. **Levantamento topográfico e caracterização da paisagem para planejamento conservacionista de uma microbacia hidrográfica de Uberaba**. Caminhos da Geografia, Uberlândia, v. 6, n. 19, p. 150 – 159, out./2006.