

## **GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CAPACIDADE DE USO DE UMA MICROBACIA**

**Francisco Antônio Galatti Filho; Sérgio Campos**

*Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, seca@fca.unesp.br.*

### **1 RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo mostrar a distribuição espacial da capacidade de uso das terras da microbacia do Córrego dos Rochas, Município de Avaré-SP, utilizando do Sistema de Informação Geográfica - Idrisi, visando contribuir para uma melhor organização territorial e planejamento de uma adequada da ocupação do solo. Os resultados obtidos a partir da metodologia utilizada permitiram mostrar que a maior parte das áreas de terras da microbacia dos Rochas são formadas por solos pertencentes às seguintes unidades: LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS (LVA52) Distróficos (36,64%) e LATOSSOLO VERMELHOS (LV4) Eutroféricos e Distroféricos (30,30%), apresentando textura arenosa. Em relação à declividade, houve um predomínio de áreas com classes de declive de 0-12%, relevo plano a ondulado (61,37%) da área da microbacia, mostrando que essas terras são propícias para o cultivo de culturas anuais, com amplo uso da mecanização. A maior parte das terras foi classificada como sendo da classe IV (73,79 %) de capacidade de uso. Na área de estudo, foram encontradas as seguintes subclasses de capacidade de uso das terras: IIe,s; IIIe; IVs; IVe; IVe,s, VIe e VIIe. As subclasses de capacidade IVe; IVe,s, IVs e VIe foram as mais representativas, mostrando se tratar de terras que podem ser utilizadas para fins agrícolas, próprias para lavouras em geral, ressaltando-se que, quando cultivadas sem cuidados especiais, ficam sujeitas a severos riscos de depauperamento, principalmente quando nos solos são utilizadas culturas anuais. O Sistema de Informação Geográfica – Idrisi mostrou-se eficiente na determinação da capacidade de uso das terras da microbacia do Bairro dos Rochas, Município de Avaré-SP, demonstrando que a utilização de ferramentas de geoprocessamento facilita e agiliza os trabalhos dos cruzamento de dados, permitindo o armazenamento digital de dados que poderão vir a ser utilizados para outras análises, sobretudo para futuros planejamentos territorial e ambiental da área ora estudada.

**UNITERMOS:** uso do solo, Sistema de Informação Geográfica (SIG), Idrisi Kilimanjaro.

### **GALATTI FILHO, F.A., CAMPOS, S. GEOPROCESSING APPLIED TO SPATIAL DISTRIBUTION OF A WATERSHED SOIL USE CAPABILITY**

### **2 ABSTRACT**

The present study aimed to show the spatial distribution of the Rochas watershed (Avaré-SP, Brazil) soil use capacity using the Idrisi geographical information system in order to contribute to a better territorial organization and the planning of the appropriate soil occupation. The obtained results using this methodology showed that most of the Rocha watershed areas are from the following groups: dystrophic yellow-red latosol (36.64%),

eutroferric and distroferric red latosol (30.30%) with sandy texture. There was a predominance of areas with slope classes of 0-12%, plain to wavy relief (61.37% of the watershed area) showing that these areas are appropriate for annual culture plantations with wide use of machinery. Most of these areas were classified as class IV (73.79%) as to use capacity. In the studied area the following subclasses of land use capacity were found: IIe, s; IIIe; IVe; IVs; IVe,s; VIe and VIIe. Capacity subclasses IVe; IVe,s; IVs and VIe were the most significant because they are areas that can be used for agriculture but subject to severe soil impoverishment if there are no special care mainly for annual cultures. The Idrisi geographical information system was efficient to determine soil use capacity of the Rocha's watershed showing that the use of geoprocessing tools makes data analysis easier and faster, allowing digital data storage for future analysis uses mainly for territorial planning and environmental studies.

**KEY WORDS:** soil use, Geographical Information System (GIS), Idrisi Kilimanjaro.

### 3 INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações atuais é com a necessidade de preservação do meio ambiente, que ocupa lugar de destaque nos noticiários do País e em todo o mundo. O homem, em busca do desenvolvimento, explora os recursos naturais ao máximo, chegando a ponto de degradar áreas por completo. Em nome do desenvolvimento, matas e mananciais foram explorados, sempre visando ao lucro, onde a exploração foi realizada de forma pouco racional, causando um desequilíbrio ambiental, que se reflete nos dias de hoje. É dever de todos a fiscalização e o empenho para que os recursos naturais renováveis possam sempre estar em equilíbrio.

A exploração dos recursos existentes deve ocorrer de forma sustentável. A agricultura moderna é aliada da natureza, pois nenhum produtor quer sua propriedade contaminada ou que o recursos naturais existentes se acabem.

As águas subterrâneas estão sendo contaminadas com fertilizantes e agrotóxicos utilizados na agricultura. A recuperação somente é possível com planejamento e manejo adequado. O estudo do meio ambiente é de vital importância para avaliar o grau de adaptação de cada ser vivo às condições ambientais existentes. O mau uso do solo traz sérios danos ao meio ambiente como o assoreamento dos rios, a degradação, a erosão e o empobrecimento do solo.

O termo degradação abrange todos os processos que levam à diminuição da vida ou da capacidade de manter a vida ou da capacidade de aproveitamento econômico de uma área. No meio rural, essa degradação é mais acentuada devido ao uso de práticas extrativistas e o manejo inadequado do solo causado pelo uso indiscriminado e desordenado dos recursos naturais.

A redução das reservas de água é outra realidade, pois os rios, córregos e açudes estão assoreados. Isto acontece pelo mau uso do solo e agressão ao meio ambiente, que afeta diretamente a todos Sentimos as mudanças climáticas como a elevação das temperaturas e as secas prolongadas, pois a natureza está em desequilíbrio.

Muitos produtores estão buscando o caminho inverso, adotando práticas conservacionistas como plantio direto, reposição das matas ciliares, procurando o desenvolvimento de forma sustentável.

O planejamento dos recursos naturais visa à melhoria da qualidade de vida populacional, e para isso são necessários estudos que planejem o uso desses recursos e que avaliem a sua degradação. O diagnóstico da situação real dos recursos naturais em uma bacia hidrográfica permite reconhecer qual a melhor unidade para o manejo, sendo este um instrumento necessário para a preservação e gerenciamento dos mesmos.

A área de estudo é de grande importância para o município de Avaré, porque existe um grande número de produtores de hortaliças cuja produção está destinada às feiras e aos sacolões. A escolha dessa área se deu pela intensa degradação dos recursos naturais e pelo assoreamento do Córrego do Bairro dos Rochas.

Para reverter esse quadro já existente, faz-se necessário um planejamento do meio rural onde, de acordo com a capacidade do uso da terra, é necessário um levantamento dos recursos existentes a fim de que todas as propriedades possam trabalhar visando uso sustentável dos recursos naturais e a conservação do meio ambiente.

O levantamento do uso da terra numa dada região é de fundamental importância para a compreensão de um manejo adequado. Deste modo, há necessidade de atualização constante dos registros de uso da terra, para que as tendências sejam analisadas e utilizadas de forma mais adequada, visto as constantes alterações provocadas pela ação do homem no ambiente.

As informações sobre ocupação do solo, coletadas periodicamente em sensores colocados em satélites, juntamente com as técnicas de geoprocessamento, têm-se mostrado como uma ferramenta eficiente, um recurso para o auxílio na caracterização de elementos da paisagem, estudos de identificação e mapeamento dos recursos naturais. Com isto, muitos métodos tradicionais de levantamento do uso do solo podem ser melhorados, com o surgimento de novas metodologias que visem a agilidade e a confiabilidade das informações sobre o meio ambiente.

A utilização de Sistemas de Informação Geográfica apresenta maior facilidade na confecção do mapa de classes de capacidade de uso, em relação aos métodos usuais, visto a possibilidade de aquisição de dados georreferenciados, como os obtidos por sensoriamento remoto (fotografias aéreas), e a sobreposição de mapas de solo e classes de declive, digitalizados ou transferidos através do uso de “scanner”, viabilizando sua confecção com acentuada rapidez e maior exatidão.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo realizar a espacialização da capacidade de uso das terras da microbacia dos Rochas, Município de Avaré (SP), utilizando-se de bases cartográficas e levantamento de solos tratados no Sistema de Informação Geográfica (SIG) - IDRISI, servindo de base para futuros planejamentos do uso correto do solo para a região em estudo.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia hidrográfica do córrego dos Rochas, município de Avaré-SP, apresenta uma área de 1847 ha, compreendida entre as coordenadas geográficas 23° 05'55'' de latitude Sul e 48° 55'33'' longitude W Gr. O clima predominante do município, classificado segundo o sistema de Köppen, é do tipo Cwa - Clima Subtropical com inverno úmido, com predominância do vento Sul, a temperatura do mês mais quente ultrapassando os 33 °C, e no mês mais frio, média compensada de 18,9 °C, e precipitação média anual de 1.200mm (IBGE, 2002).

A área da bacia hidrográfica foi delimitada pelas linhas divisoras d' água que demarcam seu contorno onde são encontrados os pontos mais elevados da região em torno da rede de drenagem.

O plano de informação (PI) das curvas de nível equidistantes, de 20 em 20 m, foi obtido através da transferência direta das isolinhas da carta planialtimétrica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, editadas em 1973, em escala 1:50000, do município de Avaré (SF-22-Z-B-II-1) do Estado de São Paulo, com o auxílio do software CARTALINX 1.2.

Inicialmente, a carta clinográfica da microbacia foi scaneada a partir da carta planialtimétrica de Avaré (IBGE, 1973) em formato "BMP", com auxílio de scanner tamanho A0, passando do formato analógico para o digital, através do software Adobe Photoshop, sendo, posteriormente, exportado para o Sistema de Informação Geográfica Kilimanjaro, utilizando-se do módulo BMPIDRIS do menu FILE / IMPORT.

Após a importação do mapa, realizou-se a georreferência, visando o ajuste das coordenadas X e Y de tela com as coordenadas planas X e Y da carta topográfica na projeção UTM (Universal Transverse Mercator). Com esses elementos, foi gerado um arquivo de correspondência, utilizando-se o módulo EDIT do menu, DATA ENTRY do Idrisi, sendo, em seguida, exportado para o CARTALINX 1.2 onde se procedeu à digitalização do limite, atribuindo um código, o tipo e o nome do arquivo de saída associado a um identificador, sendo a digitalização efetuada pelo módulo BEGIN ARC do CARTALINX 1.2. Posteriormente, procedeu-se à digitalização das curvas de nível córrego da microbacia dos Rochas.

Finalizada a digitalização no CARTALINX, o arquivo foi exportado para o Idrisi onde se fez a rasterização das classes de declive, classes de solo e limite do Município, utilizando-se o módulo REFORMAT RASTER / VECTOR CONVERSION / POLYRAS. As áreas do limite da microbacia, das classes de declive e de solo foram determinadas através do módulo ANALYSIS / DATA BASE QUERY / ÁREA.

As classes de declive foram reclassificadas e agrupadas, segundo recomendações do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA para fins de conservação dos solos (Quadro 1).

**Quadro 1.** Intervalos de classes de declive para conservação de solos, (França, 1963).

Intervalo (%)	Relevo	Cores
0 - 3%	Plano	Verde Claro
3- 6%	Suave ondulado	Amarelo
6 - 12%	Ondulado	Vermelho
12 - 20%	Forte Ondulado	Azul
20 – 40 %	Montanhoso	Verde Escuro
> 40%	Escarpado	Roxo

#### 4.1. Obtenção da imagem booleana a partir do mapa de solos

A imagem booleana foi feita a partir da reclassificação do mapa de solos, onde foi dado o valor 1 (um) para toda área interna do mapa e valor 0 (zero) para área externa do

mapa, através do comando “Reclass” do menu DATA BASE QUERY, do módulo ANALYSIS. Essa imagem booleana do mapa de solos foi cruzada com as demais imagens geradas no trabalho, utilizando o comando OVERLAY do menu MATHEMATICAL OPERATORS, presente ao módulo ANALYSIS.

#### 4.2. Obtenção do mapa referente ao cruzamento entre o mapa das classes de declive e as unidades de solo

A superposição dos mapas de unidade do solo e das classes de declive foi realizada no SIG - Idrisi, utilizando-se o comando CROSSTAB do menu DATABASE QUERY, presente no módulo ANALYSIS, obtendo-se, dessa maneira, um novo mapa das unidades de solo em função das classes de declive.

#### 4.3. Determinação das classes e subclasses de capacidade de uso da terra

As classes de capacidade de uso da área de estudo foram determinadas de acordo com o sistema de classificação constante do manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso, utilizando-se os critérios constantes da tabela de julgamento confeccionada conforme França (1963), Lepsch et al. (1991) e, adaptação feita por Zimback e Rodrigues (1993). Os critérios para a classificação são encontrados no Quadro 2, onde estão relacionadas as classes de capacidade de uso para cada critério do parâmetro de limitação em questão, abrangendo os parâmetros de **FA**-fertilidade aparente; **P.E.**- profundidade efetiva; **PeD**- permeabilidade e drenagem interna; **Df**- deflúvio; **P**- pedregosidade; **R.I.**-risco de inundação; **Dec.**-declividade; **E.L.**-erosão laminar; **E.S.**-erosão em sulcos; **V**- voçorocas

**Quadro 2.** Quadro de julgamento das classes de capacidade de uso das terras

Limitação	Critérios	Classes de capacidade de uso							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Fertilidade Aparente	Muito alta	X							
	Alta	X							
	Média		X						
	Baixa			X					
	Muito Baixa						X		
Profundidade Efetiva	> 200cm	X							
	100 – 200cm	X							
	100 – 200cm		X						
	50 – 100cm				X				
	< 50cm						X		
Permeabilidade e Drenagem	Excessiva		X						
	Boa	X							
	Moderada		X						
	Pobre			X					
	Muito pobre					X			
Deflúvio	Muito rápido				X				
	Rápido			X					
	Moderado		X						
	Lento	X							
	Muito lento		X						

Pedregosidade	Sem pedras	X						
	< 1%		X					
	1 – 10%			X				
	10 – 30%				X			
	30 – 50%					X		
	>50%						X	
Risco de Inundação	Sem risco	X						
	Ocasional			X				
	Frequente				X			
	Muito frequente							X
Declividade	0 a 3%	X						
	3 a 6%		X					
	6 a 12%			X				
	12 a 20%				X			
	20 a 40%					X		
	> 40%						X	
Erosão Laminar	Não aparente	X						
	Ligeira		X					
	Moderada			X				
	Severa					X		
	Muito severa						X	
	Extrema/ severa							X
Erosão em Sulcos rasos	Não aparente	X						
	Ocasionais		X					
	Frequentes			X				
	Muito frequentes				X			
Erosão em sulcos médios	Não aparente	X						
	Ocasionais			X				
	Frequentes				X			
	Muito frequentes					X		
Erosão em Sulcos profundos	Não aparente	X						
	Ocasionais				X			
	Frequentes					X		
	Muito frequentes						X	
Erosão em Voçorocas	Não aparente	X						
	Ocasionais					X		
	Frequentes						X	
	Muito frequentes							X

Na avaliação do julgamento das classes de capacidade de uso das terras (Quadro 2), foram adotados os seguintes critérios:

- Fertilidade aparente baseada nas características físicas e químicas dos diferentes tipos de solos do município segundo o levantamento de solo realizado por Oliveira et al. (1999);
- Profundidade efetiva: determinada de conformidade com a descrição morfológica de cada tipo de solo, de acordo com a descrição morfológica de cada unidade, segundo o levantamento de solo realizado por Oliveira et al. (1999);

- Permeabilidade e drenagem interna: estabelecidas a partir das propriedades físicas de cada tipo de solo, principalmente quanto à textura, constantes das análises realizadas no referido levantamento;
- Os critérios de enquadramento das classes quanto ao deflúvio.

Quanto ao deflúvio, estes critérios foram analisados em função dos fatores principais que interferem na sua intensidade, quais sejam:

- Infiltração: varia com o tipo de solo, decrescendo na sua intensidade de Nitossolo Vermelho Distroférrico (Terra Roxa Estruturada) até Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, sendo que, quanto maior a infiltração, menor será a contribuição para o deflúvio;
- Declividade: indicado pela própria classe de declive em que se encontra a área do Município. Participa de forma diretamente proporcional na intensidade do deflúvio, de modo que: quanto menor a declividade, menor a contribuição para a totalidade do deflúvio;
- Pedregosidade: determinado para cada tipo de solo segundo a descrição morfológica de cada solo, constante do levantamento de solos realizado por Oliveira et al. (1999);
- Risco de inundação: determinado através de observações de campo, por ocasião do levantamento realizado por Oliveira et al. (1999);
- Tipos de erosões: critérios de limitação definidos a partir de observações de campo e informações obtidas junto à Secretaria de Agricultura e Abastecimento da cidade de Avaré/SP.

Para determinar o parâmetro fertilidade aparente, utilizaram-se dados obtidos nos resultados de análise de solo baseados nos valores - índice de acidez (pH) e teor de saturação por bases (V%), apresentados no Quadro 3, e nos valores da capacidade de troca catiônica (CTC) com o teor de matéria orgânica (M.O.) apresentados no Quadro 4.

**Quadro 3.** Classificação e atributos de valores de pH e V%

Classificação	pH	V%	Atributos
Muito alta	> 6,0	> 90	5
Alta	6,0 – 5,6	90 – 71	4
Média	5,5 – 5,1	70 – 51	3
Baixa	5,0 – 4,4	50 – 26	2
Muito Baixa	< 4,4	< 25	1

**Quadro 4.** Classificação e atributos de valores de CTC e M.O.

Classificação	CTC	M.O.	Atributos
Alta	> 10	>2,5	5
Média	10 - 5	2,5 – 1,5	3
Baixa	< 5	< 1,5	1

A soma dos quatro fatores chega a um valor máximo de 20 pontos, quando o solo apresenta valores muito altos de pH e V% e valores alto de CTC e M.O. Já, a soma dos quatro fatores chega a um valor mínimo de 4 pontos quando os valores dessas variáveis (pH e V%) estiverem muito baixos e a CTC e M.O. estiverem baixos. Com a soma desses quatro atributos é feita a classificação da fertilidade aparente (Quadro 5).

**Quadro 5.** Classificação e atributos de valores de pH, V%, CTC e M.O.

Classificação	Intervalos	Classes
Muito alta	20,0 – 16,8	I
Alta	16,9 – 13,6	I
Média	13,6 – 10,4	II
Baixa	10,4 – 7,2	III
Muito Baixa	7,2 – 4,0	IV

O parâmetro profundidade efetiva foi determinado de acordo com a descrição morfológica de cada solo (ZIMBACK, 1997).

A permeabilidade e a drenagem interna foram estabelecidas a partir das características físicas e morfológicas de cada tipo de solo.

A infiltração varia com o tipo de solo, decrescendo na sua intensidade de Latossolo Roxo para os solos para solos hidromórficos; portanto, quanto maior a infiltração menor será o deflúvio. A declividade é outro ponto importante, pois quanto menor o declive menor a contribuição para o deflúvio (Quadro 6).

Os intervalos das classes de declive foram preconizados pelo Soil Survey Staff (1975), utilizados por muitos pesquisadores da área de planejamento de uso e manejo do solo para projetos de conservação. As erosões existentes em cada tipo de solo foram determinadas em observações de campo e fotos aéreas do ano de 2004.

**Quadro 6.** Valores atribuídos para o deflúvio em relação ao tipo de solo e com o deflúvio com as classes de declive.

Classes de Declive (%)	Critério de deflúvio	Classe
0 – 3	lento	I
	muito lento	II
3 – 6	lento	I
	moderado	II
6 – 12	moderado	II
	rápido	III
12 – 20	rápido	III
20 – 40	muito rápido	IV
> 40	Muito rápido	IV

Fonte: Zimback e Rodrigues (1993)

Para determinação da tabela das classes e subclasses de capacidade de uso (Quadro 7) de cada área, foram obedecidos os critérios estabelecidos para cada fator limitante. A classe de maior fator limitante corresponde à classe de capacidade de uso daquela área. As subclasses também foram definidas em função das limitações de uso (Quadro 7) e estão contidas no Manual para levantamento do meio físico e classificação da capacidade de uso das terras (Lepsch et al., 1991).

**Quadro 7.** Limitações de uso para definição das subclasses

<b>E</b>	<b>S</b>	<b>a</b>	<b>C</b>
Declive acentuado	Pouca profundidade	Lençol freático elevado	Seca prolongada
Declive longo	Textura arenosa em todo perfil	Risco de inundação	Geada
Mudança textural abrupta	Pedregosidade	Subsistência em sulcos	Ventos frios
Erosão laminar	Argilas expansivas	Deficiência em solos orgânicos	Granizo
Erosão em sulcos	Baixa saturação por bases	Deficiência de oxigênio no solo	Neve
Erosão em voçorocas	Toxicidade de alumínio		
Erosão eólica	Baixa capacidade de troca		
Depósitos de erosão	Ácidos sulfatados ou sulfetos		
Permeabilidade baixa	Alta saturação com sódio		
Horizonte A arenoso	Excesso de sais solúveis Excesso de carbonatos		

#### 4.2.6. Obtenção do mapa de classes de capacidade de uso da terra

O mapa de capacidade de uso das terras foi gerado a partir da reclassificação do mapa de classes de declive em função da unidade de solo, através do comando EDIT do menu DATABASE QUERY do módulo ANALYSIS.

Para visualizar o mapa da capacidade de uso Lepsch et al. (1991), sugere cores para representar cada classe (Quadro 8).

**Quadro 8.** Representação das classes de capacidade de uso e suas respectivas cores

<b>Classes</b>	<b>Cor característica</b>	<b>Classes</b>	<b>Cor característica</b>
I	Verde Claro	V	Verde Escuro
II	Amarelo	VI	Alaranjado
III	Vermelho	VII	Marrom
IV	Azul	VIII	Roxo

#### 4.4. Cálculo das áreas dos mapas

As áreas de cada unidade de solo foram determinadas através do comando ÁREA do menu DATABASE QUERY do módulo ANALYSIS.

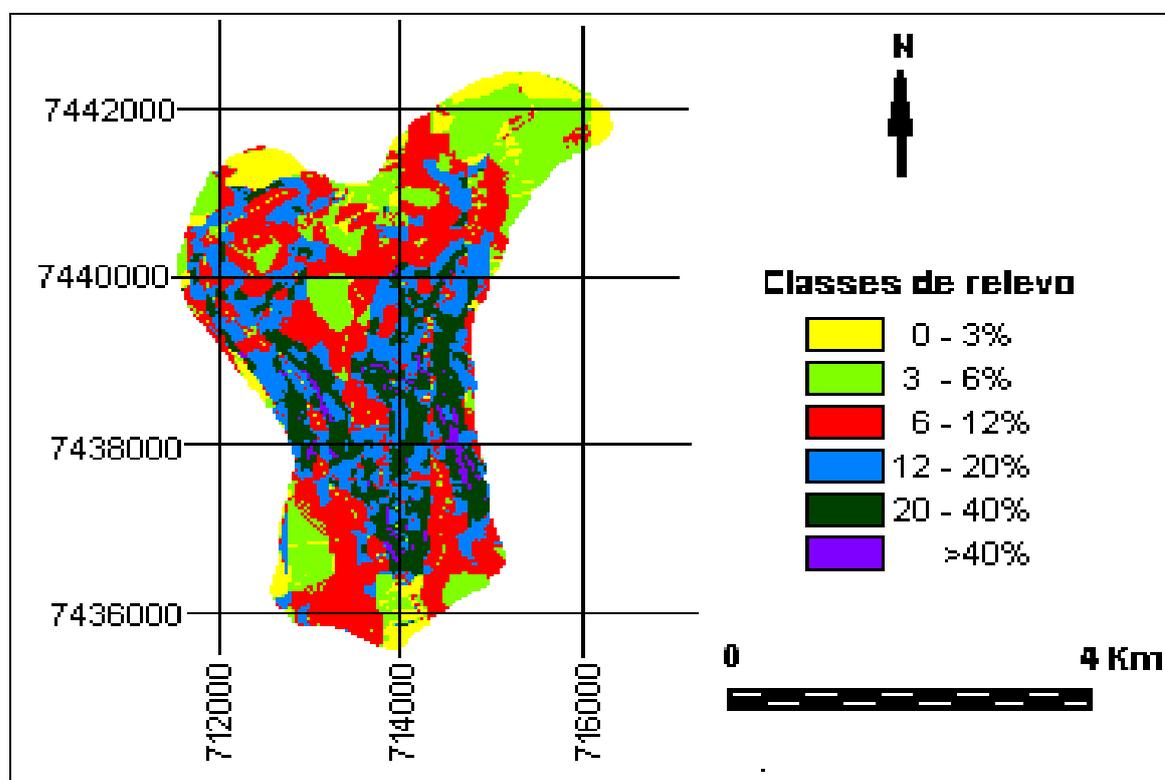
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes às classes de declive (Figura 1 e Quadro 9) ocorrentes na microbacia dos Rochas – Avaré (SP) mostram que as áreas planas (declividade de 0 a 3%) e suavemente ondulada (declividade de 3 a 6%) representam mais de 27% da área total e são indicadas para o plantio de culturas anuais, com o uso de práticas simples de conservação do solo.

As áreas com relevo ondulado (declividade de 6 a 12%) abrangem 34,04% (628,72 ha) da área total da microbacia e são indicadas para o plantio de culturas anuais, com o uso de práticas complexas de conservação do solo (Lepsch et al, 1991).

Neste estudo foi verificado o predomínio de áreas com classes de declive de 0-12%, classificadas como relevo plano a suave ondulado, abrangendo 61,56% da área (1137,02 ha) total da microbacia, e que, segundo Lepsch et al. (1991), são indicadas para o cultivo de culturas anuais com uso de práticas simples de conservação do solo como, por exemplo, o plantio em nível que pode controlar o processo erosivo do solo.

O relevo forte ondulado (declividade de 12 a 20%) predominou em 21,32% (393,78ha) da área total da microbacia e está sujeito a problemas sérios de erosão, sendo essas áreas impróprias para culturas anuais e indicadas para culturas permanentes como laranja, café, cana-de-açúcar, pastagem, etc., proporcionando uma maior proteção ao solo. Já, o relevo montanhoso (declividade de 20 a 40%) predominou, em 15,56% (287,39ha), e é indicado para o desenvolvimento da pecuária e da silvicultura, podendo ainda ser utilizado para preservação ambiental, evitando-se dessa maneira a erosão do solo.



**Figura 1.** Carta clinográfica da microbacia do Córrego dos Rochas – Avaré (SP).

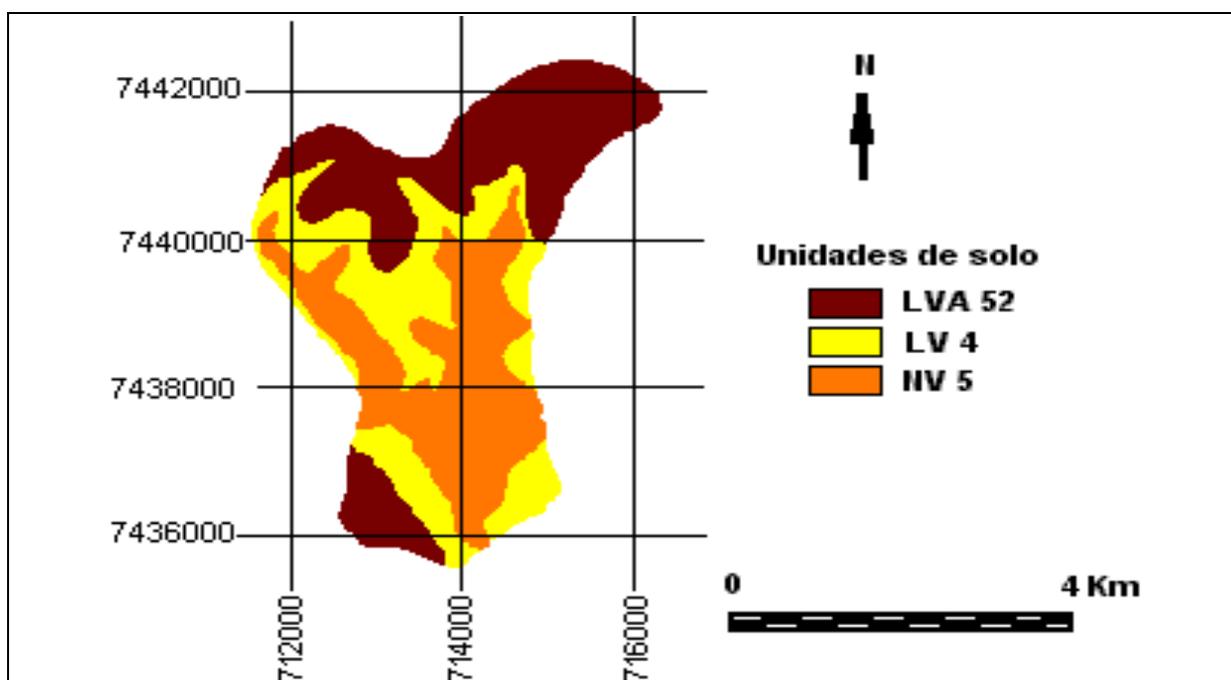
**Quadro 9.** Classes de declividade ocorrentes na Microbacia dos Rochas – Avaré (SP).

Declividade (%)	Área (ha)	%
0 – 3	153,86	8,33
3 – 6	354,44	19,19
6 – 12	628,72	34,04
12 – 20	393,78	21,32
20 – 40	287,39	15,56
> 40	28,81	1,56
Total	1847	100

As áreas com mais de 40% de declividade representaram somente 1,56% (28,81 ha) da área total da microbacia. Essas áreas, classificadas como relevo escarpado por Chiarini & Donzeli (1973) e por Lepsch et al. (1991), são terras propícias para o cultivo com silvicultura e pastagens, com limitações.

Podemos dizer, dessa maneira, que a área da microbacia é quase totalmente agricultável, pois apresenta mais de 80% propício para o cultivo com culturas anuais e permanentes, ou seja, declividade variando de 0 a 20%.

As unidades de solo ocorrentes na microbacia (Figura 2 e Quadro 10) são predominantemente de baixa fertilidade aparente (66,94%), ou seja, representadas pelos solos LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distróficos com 36,64% (676,68 ha) e LATOSSOLOS VERMELHOS Eutróféricos e Distroféricos com 30,3% (559,76 ha); no entanto, a área é constituída por 33,06% (610,56 ha) de solos de alta fertilidade aparente, representadas por NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróféricos e Eutróficos.



**Figura 2.** Unidades de solo ocorrentes na microbacia do Córrego do Bairro dos Rochas – Avaré (SP), segundo Oliveira et al (1999).

**Quadro 10.** Áreas totais (ha e %) das unidades de solo ocorrentes na microbacia do Córrego do Bairro dos Rochas – Avaré (SP), segundo Oliveira et al. (1999).

Unidade de solo	Área (ha)	%
LVA 52	676,68	36,64
LV 4	559,76	30,30
NV 5	610,56	33,06
Total	1847,00	100,00

As classes de capacidade de uso das terras da microbacia do Bairro dos Rochas (Figura 3 e Quadro 11) permitiram constatar a existência de 7 subclasses: II e,s; III e; IV s; IV e; IV e,s; VI e; VII e.

**Quadro 11.** Determinação das classes e subclasses de capacidade de uso pelos critérios de julgamento:

	Solos	Dec.	F.A.	P.E.	PeD	Df.	P.	R.I.	Dec.	E.L.	E.S.	V.	Classe	Subclasse
1	LVA 52	0-3	IV	I	I	I	I	I	I	II	II	I	IV	s
2	LVA 52	3- 6	IV	I	I	I	I	I	II	II	II	I	IV	s
3	LVA 52	6-12	IV	I	I	II	I	I	III	II	II	I	IV	s
4	LVA 52	12-20	IV	I	I	II	I	I	IV	II	II	I	IV	s, e
5	LVA 52	20- 40	IV	I	I	III	I	I	VI	II	II	I	VI	e
6	LVA 52	> 40	IV	I	I	VI	I	I	VII	II	II	I	VII	e
7	LVA 4	0-3	IV	I	I	I	I	I	I	II	II	I	IV	s
8	LVA 4	3- 6	IV	I	I	II	I	I	II	II	II	I	IV	s
9	LVA 4	6-12	IV	I	I	II	I	I	III	II	II	I	IV	s
10	LVA 4	12-20	IV	I	I	III	I	I	IV	II	II	I	IV	s, e
11	LVA 4	20- 40	IV	I	I	III	I	I	VI	II	II	I	VI	e
12	LVA 4	> 40	IV	I	I	IV	I	I	VII	II	II	I	VII	e
13	NV 5	0-3	I	I	I	II	I	I	I	II	II	I	II	s, e
14	NV 5	3- 6	I	I	I	II	I	I	II	II	II	I	II	s, e
15	NV 5	6-12	I	I	I	I	I	I	III	II	II	I	III	e
16	NV 5	12-20	I	I	I	I	I	I	IV	II	II	I	IV	e
17	NV 5	20- 40	I	I	I	II	I	I	VI	II	II	I	VI	e
18	NV 5	> 40	I	I	I	II	I	I	VII	II	II	I	VII	e

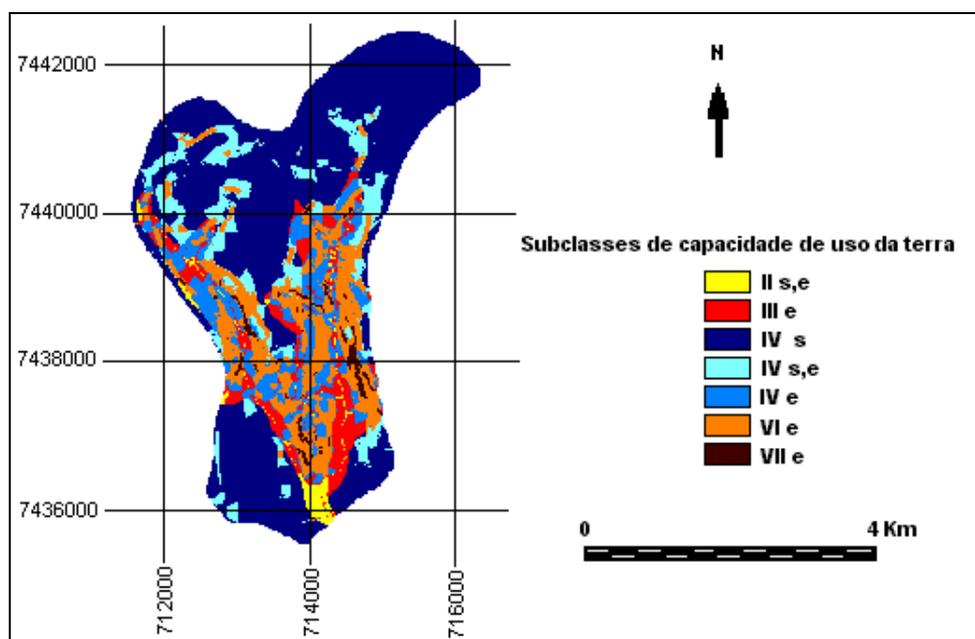
**A** - Fertilidade aparente; **P.E.** - Profundidade efetiva; **PeD** - Permeabilidade e drenagem interna; **Df** - Deflúvio; **P** - Pedregosidade; **R.I.** - Risco de inundação; **Dec.** - Declividade; **E.L.** - Erosão laminar; **E.S.** - Erosão em Sulcos; **V** - Voçorocas.

As subclasses de capacidade de uso das terras II e,s (1,85%) e III e (7,25%) são terras que podem ser utilizadas para fins agrícolas, próprias para lavouras em geral, ressaltando-se que quando cultivadas sem cuidados especiais, ficam sujeitas a severos riscos de depauperamento, principalmente quando os solos são cultivados com culturas anuais.

As subclasses de capacidade de uso do solo IVs, (52,47 %), IVe (10,94%) e IVe,s (10,38%) foram as mais significativas, predominando em mais da metade da área da microbacia, localizadas nas unidades de solo NITOSSOLO VERMELHO (NV5); LATOSSOLO VERMELHO (LV4) e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (LVA52). Essas subclasses abrangem 73,79 % (1362,87 ha) de solos de textura arenosa/média até argilosa, de fertilidade aparente, variando de baixa a alta, apresentando-se, segundo Lepsch et al. (1991), como terras limitadas por riscos medianos a severos de erosão em cultivos intensivos, com declividades acentuadas, com deflúvio muito rápido, podendo apresentar erosão em sulcos superficiais muito freqüentes, em sulcos rasos freqüentes ou em sulcos profundos ocasionais. Nessas classes, são indicadas culturas permanentes protetoras do solo, não podendo tais áreas ser ocupadas com culturas anuais, apresentando dificuldades severas a motomecanização.

A subclasse de capacidade de uso do solo Iie,s apareceu com 1,85% (34,24 ha) da área da microbacia, na unidade de solo NITOSSOLO VERMELHO (NV5), textura argilosa de alta fertilidade aparente e que, segundo Lepsch et al. (1991), nesta subclasse estão as terras produtivas que têm limitações moderadas para o seu uso, oferecendo ligeiro a moderado risco de erosão, estando sujeitas a riscos moderados de depauperamento, apresentando-se boas para poderem ser cultivadas desde que lhes sejam aplicadas práticas especiais de conservação do solo, de fácil execução, para produção segura e permanente de colheitas entre médias e

elevadas, de culturas anuais adaptadas à região. Possuem ligeira limitação pela baixa atividade da fração coloidal.



**Figura 3.** Subclasses de capacidade de uso da terra ocorrentes na microbacia do Bairro dos Rochas – Avaré (SP).

**Quadro 12.** Áreas totais (há e %) das subclasses de capacidade de uso da terra da microbacia do Bairro dos Rochas – Avaré (SP).

Subclasses	Área (ha)	%
II s,e	34,24	1,85
III e	133,77	7,25
IV s	969,17	52,47
IV e	202,01	10,94
IV e,s	191,69	10,38
VI e	287,46	15,56
VII e	28,66	1,55
<b>TOTAL</b>	<b>1847</b>	<b>100</b>

A subclasse de capacidade de uso do solo IIIe corresponde a 7,25% (133,77 ha) da área da microbacia, na unidade de solo NITOSSOLO VERMELHO (NV5) de solos de textura argilosa, de fertilidade aparente alta, sendo caracterizadas, segundo Lepsch et al. (1991), e, nesta categoria, estão as terras próprias para lavouras em geral, mas que, quando cultivadas sem cuidados especiais, ficam sujeitas a severos riscos de depauperamento, principalmente no caso de culturas anuais. Requerem medidas intensas e complexas de conservação do solo a fim de poderem ser cultivadas, segura e permanente, com produção média a elevadas, de culturas anuais adaptadas. Apresenta declividades moderadas, relevo suavemente ondulado a ondulado, com deflúvio rápido, com riscos severos de erosão quando o solo está descoberto de vegetação, podendo apresentar erosão laminar moderada e/ou sulcos superficiais e rasos freqüentes.

As subclasses de capacidade de uso do solo VIe e VIIe representam, respectivamente, 15,56% (287,46 ha) e 1,55% (28,66 ha) da área da microbacia, presentes nas unidades de solo NITOSSOLO VERMELHO (NV5); LATOSSOLO VERMELHO (LV4) e LATOSSOLO

VERMELHO-AMARELO (LVA52), sendo terras de baixa a alta fertilidade aparente, apresentando-se, segundo Lepsch et al. (1991), como terras limitadas por riscos medianos a severos de erosão em cultivos intensivos.

A subclasse de capacidade de uso do solo VIe representa 15,56% da área da microbacia, apresentando-se, segundo Lepsch et al. (1991), como terras impróprias para culturas anuais com risco de erosão que podem chegar a severo, com deflúvio moderado a severo e presença de sulcos rasos muito freqüentes ou sulcos profundos freqüentes. Podem ser usadas para produção de certos cultivos permanentes úteis como pastagens ou florestas (como seringueira e cacau), usadas como culturas protetoras do solo feitas com restrições moderadas, usando práticas de conservação de solo e um manejo adequado. Mesmo sob esse tipo de vegetação, é medianamente suscetível de danificação pelos fatores de depauperamento do solo devido a seu relevo, apresentam dificuldades de motomecanização pelas condições topográficas.

A subclasse de capacidade de uso do solo VIIe representa apenas 1,55% da área da microbacia apresentando-se, segundo Lepsch et al. (1991), como terras que, por serem sujeitas a muitas limitações permanentes, além de serem impróprias para lavouras, apresentam severas limitações, mesmo para certas culturas permanentes protetoras do solo, sendo seu uso restrito para pastagem e reflorestamento com cuidados especiais. São altamente susceptíveis de danificação, exigindo severas restrições de uso, com práticas especiais. Apresentam limitações severas para outras atividades que não florestas, com risco de erosão muito severa, apresentando declividades muito acentuadas (mais de 40%), propiciando deflúvios muito rápidos, impedindo a motomecanização, com presença de erosão em sulcos muito profundos, muito freqüentes.

## 6 CONCLUSÕES

- A integração das ferramentas do geoprocessamento possibilitou agilidade na coleta e manipulação dos dados nas diferentes análises necessárias;
- A metodologia utilizada para o levantamento das classes de capacidade de uso das terras da microbacia dos Rochas, Avaré – SP., bem como o emprego do Sistema de Informações Geográfica Idrisi - Kilimanjaro, permitiram realizar uma adequada avaliação da capacidade de uso, com significativa redução de tempo e recursos financeiros, facilitando e agilizando os trabalhos de cruzamento de dados, cruzamentos entre os mapas, interpolações e na geração dos mapas finais, permitindo o armazenamento digital de dados que poderão vir a ser utilizados para outras análises, sobretudo para futuro planejamentos territorial e ambiental da área estudada;
- As unidades de solos LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (36,64%) e LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (30,3%) apresentando texturas que variam de arenosa/média e classes de declive de 0-12% (relevo plano a ondulado) cobriram mais de 60% da área (1133,19 ha) total da microbacia, mostrando que essas terras são propícias para o cultivo de culturas anuais, com amplo uso da mecanização.
- A classe de capacidade de uso IV foi a mais representativa, representado mais de 70% da microbacia, porém, foram encontradas as seguintes subclasses: IIe,s; IIIe; IVs; IVe; IVe,s; VI e, VII e.s. As subclasses de capacidade IVs, IVe, IVe,s, são terras limitadas por riscos medianos a severos de erosão em cultivos intensivos, com declividades acentuadas, com deflúvio muito rápido, podendo apresentar erosão em sulcos superficiais muito freqüentes, em sulcos rasos freqüentes ou em sulcos profundos ocasionais. Nessas classes,

são indicadas culturas permanentes protetoras do solo, não podendo tais áreas ser ocupadas com culturas anuais, apresentando dificuldades severas à motomecanização.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIARINI, J.V., DONZELI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Agrônomo. Campinas**, n.3, p.1-20, 1973.

**Anuário Estatístico do IBGE**. Rio de Janeiro: IBGE, n.2, 2002.

FRANÇA, G.V. A classificação de terras de acordo com sua capacidade de uso como base para um programa de conservação de solo. In.: CONGRESSO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1, 1963, Campinas. **Anais...** São Paulo: Secretaria da Agricultura, Divisão Estadual de Máquinas Agrícolas, 1963. p.399-408.

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

OLIVEIRA, J.B. de et al. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 64 p.

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

ZÍMBACK, C.R.L.; RODRIGUES, R.M. **Determinação da capacidade de uso das terras da Fazenda Experimental de São Manuel**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Departamento de Solos, 1993. 28p. (Mimeografado).

ZÍMBACK, C.R.L., **Levantamento de solos**. UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 1997. p.