

# Caracterização de uma bacia hidrográfica quanto a suscetibilidade a erosão, utilizando técnicas de geoprocessamento

Carla Deisiane de Oliveira Costa<sup>1</sup>  
Amansleone da Silva Temóteo<sup>1</sup>  
Célia Regina Lopes Zimback<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP/FCA  
Caixa Postal 237 - 18610-307 - Botucatu-SP, Brasil  
{carladeisiane, avoan}@hotmail.com, czimback@gmail.com

## ABSTRACT

The study aims to identify areas of concern about the risk of erosion in relation to classes of ability to use land in a watershed located in Botucatu-SP, Brazil, through the use of IDRISI GIS. It was found that 93,64% of the total area of the watershed have studied slope less than 20% and 70% are present in the land use capacity from I to III. These areas do not present risks regarding the severe erosion, provided that you use and proper management.

**Palavras-chave:** land use capacity, erosion, geographical information system, capacidade de uso da terra, erosão, sistema de informações geográficas.

## 1. Introdução

Os planejamentos urbano e regional no contexto de bacias hidrográficas constituem um desafio, pois a ocupação desordenada dessas áreas acarreta inúmeras alterações ambientais. Dentre tais alterações, destaca-se a modificação do regime hídrico (Magrini e Santos, 2001).

O uso indiscriminado do solo nas diversas atividades humanas contribuem para a modificação das suas características físicas, prejudicando a conservação e manejo do mesmo, degradando essas áreas a ponto de atingir estágios irreversíveis.

Sabe-se que em muitos Estados brasileiros encontram-se grandes perdas de solo ocasionadas principalmente pela erosão, sendo este um dos principais problemas relacionados aos recursos naturais. Isto gera, principalmente, o transporte dos sedimentos aos cursos d'água contribuindo para assoreamento dos rios e lagos, ocasionando o aumento de enchentes.

Compreender os fatores que integram o processo de erosão do solo e quantificar as perdas de solo é de grande importância, pois serve como base na elaboração de medidas que visem maximizar o uso dos recursos hídricos disponíveis e a evitar os efeitos negativos decorrentes da produção, transporte e deposição de sedimentos (Paiva, 2001).

Na caracterização dos processos de erosão hídrica dos solos, é necessário analisar os elementos do meio físico que participam desse processo, dentre eles, o declive do terreno, os solos, além do uso e ocupação do mesmo.

Nesse contexto, e considerando a problemática descrita, este trabalho teve como objetivo o conhecimento das condições e a caracterização de uma bacia localizada no Município de Botucatu-SP.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Caracterização da área em estudo

A bacia está localizada no Município de Botucatu-SP, com uma área de 224,25 ha, cujas coordenadas geográficas estão entre 22°58'11" a 22°57'19" de latitude sul, e 48°32'23" a 48°31'03" de longitude oeste.

Com relação ao clima da região, este é caracterizado como Cwa (clima mesotérmico úmido), apresentando estação mais seca no inverno, segundo a classificação de Köppen. As temperaturas médias anuais estão em torno de 20°C, e a pluviosidade média da região está ao redor de 1.447 mm anuais.

Os principais tipos de solos encontrados na bacia em estudo são Latossolo Vermelho Amarelo e Nitossolo. Para elaborar o mapa de solos da bacia, foi utilizado como fonte pedológica o mapa de solos do Município de Botucatu, em escala de 1:10.000, desenvolvido por Zimback (1997) por levantamento semidetalhado.

A bacia é classificada como de segunda ordem segundo a classificação de STRAHLER, sendo caracterizada por possuir uma boa densidade de drenagem (1,24 km.km<sup>2</sup>). As demais características físicas da bacia em estudo estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características físicas da bacia.

<i>Parâmetros Físicos</i>	<i>Valores</i>
Perímetro da bacia (km)	9,25
Comprimento do canal principal (km)	2,32
Densidade de drenagem (km.km)	1,24
Fator de forma	0,29
Coefficiente de compacidade	1,73
Índice de circularidade	0,33

## 2.2 Elaboração dos Mapas

Na elaboração da base de dados foram confeccionados mapas temáticos da área em estudo. Foram utilizados como bases cartográficas as cartas planialtimétricas do Município de Botucatu (Ribeirão dos cochos e Fazenda Serra d'água) de 1:10.000, com curvas de nível de 5 em 5m.

Estes mapas foram digitalizados no software AUTOCAD, exportados no formato DXF e importados para o SIG IDRISI. No qual, foram realizadas as operações de conversão de dados do formato vetorial para raster, determinação da área e perímetro da bacia, e geração do Modelo de Elevação Digital do Terreno (DEM).

O mapa de declividade foi obtido através do DEM, o qual foi submetido ao módulo *surface analysis*, e em seguida, ao módulo *reclass* onde foram definidas as classes de declive (em %): 0 a 3, 3 a 6, 6 a 12, 12 a 20, 20 a 45, e acima de 45%, cujos valores previamente indicam a suscetibilidade à erosão.

Segundo Lepsch et al. (1991), o melhor método para evitar processos erosivos é utilizar o solo de acordo com a sua aptidão ou capacidade de uso. Nesse trabalho, foram utilizados critérios para avaliação dos níveis de capacidade de uso do solo, os quais se basearam na identificação do risco à erosão com relação à capacidade de uso dos solos presentes na bacia em estudo. As classes de capacidade de uso foram determinadas de acordo com o sistema de classificação proposto por Lepsch et al. (1991).

A declividade do terreno foi utilizada como um dos critérios para indicar a classe de capacidade de uso. O mapa de capacidade de uso foi gerado através da superposição dos mapas de declividade e de solos, utilizando o comando *Crosstab* do menu *Data Base Query* do módulo *Analysis*. Posteriormente, foram definidas as Classes de Capacidade de Uso do Solo através do módulo *Reclass*.

As áreas em ha, correspondentes a cada classe dos parâmetros avaliados, foram determinadas através do SIG IDRISI. Sendo posteriormente, calculadas as respectivas porcentagens, correspondentes a cada classe.

### 3. Resultados e discussão

Os resultados referentes às classes de declividade (Figura 1 e Tabela 2), mostram-nos que as áreas planas, com declividade de 0 a 3 e de 3 a 6%, representam grande parte da bacia em estudo, totalizando 105.83 ha (47,19%) da área total. Para Lepsch et al. (1991), essas áreas são indicadas para o plantio de culturas anuais, com o uso de práticas simples de conservação do solo.

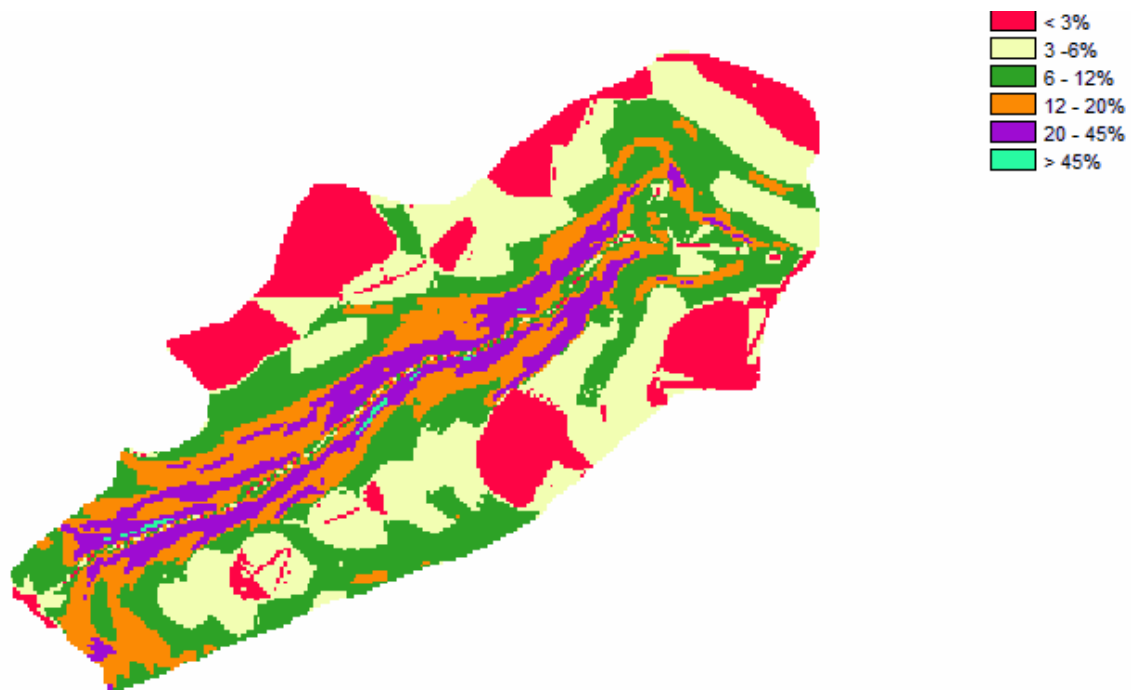
As áreas com relevo ondulado, com declividade de 6 a 12%, abrangem 59.43 ha (26,50%) da área total, e são indicadas para plantio de culturas anuais, sendo recomendadas práticas de conservação do solo (Lepsch et al., 1991).

Em declividade de 12 a 20% com relevo forte ondulado, o qual representou 15,95% (35.76 ha) da área total. Segundo classificação de Lepsch et al. (1991) são áreas com predomínio à problemas com erosão, entretanto, impróprias para culturas anuais e indicadas para culturas perenes, para proporcionar uma proteção maior ao solo.

Com declividades de 20 a 45%, classificado como relevo montanhoso, constituiu 21.85 ha (9,74%) da área, e como são sujeitas a erosão, é indicada para a pecuária e silvicultura, que conseqüentemente, contribuirá para a preservação do meio ambiente e futuros riscos à erosão.

Somente com 0,20% (0.45 ha) da área total, apresentou declive com mais de 45%, são áreas classificadas como relevo escarpado (Lepsch et al., 1991), e são terras aptas para o cultivo da silvicultura e pastagens, mas com limitações.

Contudo, a área da bacia é considerada como agricultável, visto que, 201.02 ha da área total, são propícios para o cultivo com culturas anuais e perenes, por possuir declividades menores que 20%.



**Figura 1.** Mapa de declividade.

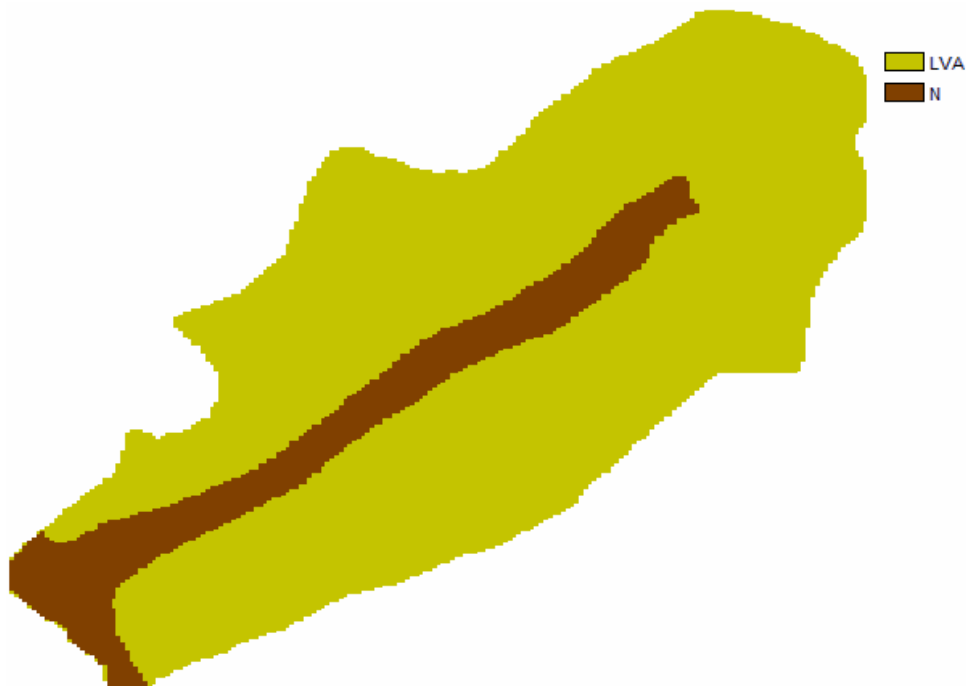
**Tabela 2.** Classes de declive.

<i>Classes de Declive</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>
< 3%	42.94	19,15
3 - 6%	62.89	28,04
6 - 12%	59.43	26,50
12 - 20%	35.76	15,95
20 - 45%	21.85	9,74
> 45%	0.45	0,20

O grau de declive do terreno exerce influência direta sobre a quantidade de perda de solo por erosão, pois, quanto maior seu gradiente, maior a intensidade de escoamento das águas sob o efeito da gravidade, sendo, menor o seu tempo disponível para a infiltração no solo (Oliveira et al., 2007).

A infiltração de água varia com o tipo de solo, sendo que, quanto menor a infiltração, maior será o deflúvio. De acordo com Brandão et al. (2003), solos arenosos possuem maior quantidade de macroporos que os solos argilosos, e conseqüentemente, apresentam maiores taxas de infiltração.

Com relação aos solos presentes na bacia estudada estão o Latossolo Vermelho Amarelo e Nitossolo, conforme descrito anteriormente, com 86,57 e 13,52% da área total, abrangendo uma área de 194,17, e 30,35 ha, respectivamente (Figura 2 e Tabela 3).



**Figura 2.** Mapa de solos.

**Tabela 3.** Tipos de solos.

<i>Solos</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>
Latossolo Vermelho Amarelo	194.17	86,57
Nitossolo	30.35	13,52

As principais limitações quanto ao Nitossolo, segundo Oliveira et al. (1999), se relacionam com a erodibilidade relativamente alta desses solos, sendo comum ocorrer erosão acentuada nas áreas inadequadamente utilizadas. Quanto ao Latossolo, os mesmos autores salientam que, no geral, são solos com boas propriedades físicas, apresentando boa drenagem interna, e na maioria dos casos, estão situados em relevos favoráveis ao uso de práticas agrícolas.

A inadequação do uso do solo gera uma série de problemas, que podem ser resumidos nos seguintes: perda de solo pelo arraste de partículas, reduzindo a produção e a produtividade agrícolas, assoreamento dos cursos d'água e contaminação das águas por agrotóxicos e produtos químicos, que são carregados juntamente com as partículas de solo (Oliveira et al., 2007).

As classes de declive são importantes para se determinar a capacidade de uso do solo, sendo juntamente com o tipo de solo um fator limitante que irá determinar qual atividade que será implantada nessa área, sem que haja riscos de degradação dos solos.

A classificação de solos quanto à capacidade de uso visa identificar as limitações e as possibilidades quanto ao uso das terras. Com isso, se define a máxima capacidade de uso, sem que haja risco de degradação do solo e erosão acelerada. Para Lepsch et al. (1991), o principal fator para efetuar essa classificação está relacionado com o controle da erosão.

As classes de capacidade de uso são caracterizadas apenas do ponto de vista das condições físicas da terra, ou seja, das condições locais do solo, clima e relevo, e do resultado de suas interações (drenagem, erosão, inundação, etc.) sem considerar a localização ou as características econômicas da terra (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

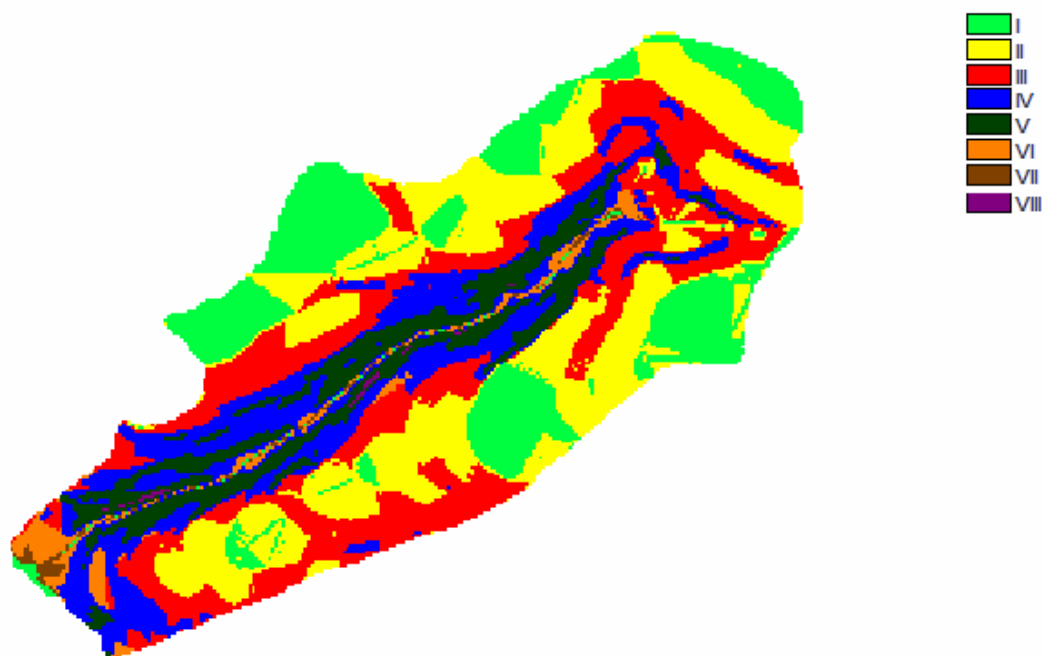
Em relação às classes de capacidade de uso das terras da referida bacia (Figura 3 e Tabela 4), constataram-se a existência de 8 classes (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII). As classes I, II e III, com 18,81 (42.19 ha), 27,38 (61.4 ha) e 23,81% (53.39 ha), respectivamente, que englobam a unidade de solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, são áreas que podem ser utilizadas para fins agrícolas, e não apresentam limitações sérias de conservação.

As classes de capacidade de uso do solo IV com 15,89% (35.64 ha), no qual predominam os Nitossolos, são áreas com algumas limitações por apresentarem riscos medianos a severos de erosão, quando submetidas a cultivos intensivos, aliados a declividades acentuadas, apresentando deflúvio muito rápido, podendo ser indicadas para essas áreas culturas perenes, servindo assim, como proteção ao solo.

Com 9,74 (21.85 ha), 2,74 (6.15 ha) e 0,67% (1.50 ha) estão representadas as classes V, VI e VII, respectivamente, as quais são áreas impróprias para o cultivo intensivo, mas adaptadas para pastagens ou reflorestamento, não recomendada para culturas anuais. Entretanto, há problemas simples e complexos de conservação para as classes VI e VII, respectivamente. Enquanto, a classe V não apresenta necessidade de práticas especiais de conservação e não há problemas com declividade elevada. Sendo, a declividade fator limitante para as classes VI e VII.

A classe imprópria para cultivo agrícola apresentou 0,2% (0.45 ha) da área total (classe VIII), porém, adequadas para a proteção da flora e fauna silvestre, recreação e armazenamento de água.

Pode-se dizer que as classes de uso do solo I, II e III foram as mais significativas, por apresentarem mais da metade da área da bacia (70%) correspondente a 157.28 ha. Sendo assim, não apresentam riscos severos quanto à erosão, desde que se faça uso e manejos adequados.



**Figura 3.** Mapa de capacidade de uso.

**Tabela 4.** Classes de capacidade de uso.

<i>Classes</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>
I	42.19	18,81
II	61.4	27,38
III	53.39	23,81
IV	35.64	15,89
V	21.85	9,74
VI	6.15	2,74
VII	1.50	0,67
VIII	0.45	0,2

#### 4. Considerações finais

A caracterização da área quanto aos fatores que estão relacionados ao processo erosivo, bem como, o potencial de capacidade de uso do solo, integrados ao SIG foram importantes ferramentas para o diagnóstico do planejamento ambiental. Uma vez que, pode-se determinar a melhor forma de uso e ocupação do solo, evitando assim, futuros problemas ambientais.

Com relação às classes de capacidade de uso, 70% da área total da bacia estudada foram enquadradas nas classes de uso de solo de I a III, podendo serem utilizadas para práticas agrícolas. Diante disso, no geral, com relação a riscos de erosão, a área não apresenta riscos severos, uma vez que, a bacia é quase que totalmente agricultável.

### **Referências bibliográficas**

BRANDÃO, V.S.; PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D. **Infiltração de água no solo**. Viçosa: UFV, 2003. 98 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Editora Ícone, 1990. 355 p.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso**. 5ª Aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.

MAGRINI, A.; SANTOS, M.A. **Gestão ambiental de bacias hidrográficas**. Rio de Janeiro: Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais, 2001. 271 p.

OLIVEIRA, A.M.M.; PINTO, S.A.F.; LOMBARDI NETO, F. Caracterização de indicadores da erosão do solo em bacias hidrográficas com o suporte de geotecnologias e modelo predictivo. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v.5, p.63-86, 2007.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERAN FILHO. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: Legenda Expandida. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Campinas, 1999. 64p.

PAIVA, E. M. C. Evolução de processo erosivo acelerado em trecho do Arroio Vacacai Mirim. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.6, n.2, p.129-135, 2001.

ZIMBACK, C.R.L. **Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do Rio Pardo nos Municípios de Pardinho e Botucatu**. Botucatu: FEPAF, FCA-UNESP, 1997. 55p.