

COMUNICADO TÉCNICO

Nº 5, set./99, p.1-6

ERODIBILIDADE POTENCIAL DOS SOLOS DO MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA, SP, COM AUXÍLIO DE GEOPROCESSAMENTO

Itamar A. Bognola¹
Amarindo F. Soares¹
Mauro A. P. de Toledo²

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, dada sua grande extensão territorial, ainda são poucos os estudos sobre erodibilidade dos solos e erosividade de chuvas, bem como sobre a correlação entre ambos. A obtenção de dados de perdas de solo em experimentos com chuva natural é cara e morosa. Essa é uma das razões que explica o pequeno número de trabalhos realizados no País nesse tema.

A resistência dos solos à erosão hídrica apresenta grande amplitude, devido à variabilidade climática (erosividade das chuvas) e pedológica. As características diferenciadas dos solos refletem-se na sua erodibilidade, que poderá ser acentuada ou atenuada pela posição topográfica, pelo contexto geomorfológico etc. Isso torna arriscado estimar valores ou mapear a erodibilidade potencial dos solos com base unicamente na classificação pedológica. A desagregação das partículas de solo é causada tanto pelo impacto direto das gotas de chuva, como pelo escoamento superficial do excesso de água (agentes ativos). O solo pode ser considerado o agente passivo no processo de erosão hídrica. Sua erodibilidade potencial representa a suscetibilidade à erosão, expressa em termos de quantidade de perdas de solo por unidade de erosividade da chuva. Em geral, a erodibilidade do solo é representada pelo fator K da Equação Universal de Perdas de Solo - USLE, e resulta dos parâmetros do solo responsáveis pela resistência à erosão. Já a erosividade, representada pelo parâmetro EI_{30} , consiste no produto da energia cinética total da chuva pela sua intensidade máxima em trinta minutos.

Alguns solos erosionam mais que outros, mesmo quando a chuva, a declividade, a cobertura vegetal e as práticas de manejo são as mesmas. Estas diferenças, devidas às propriedades do próprio solo, afetam a velocidade de infiltração da água, a permeabilidade e a capacidade total de armazenamento de água. Essa variação das características e propriedades relacionadas à erosão, deve-se as diferentes combinações de fatores como: granulometria, estrutura e coerência entre agregados e permeabilidade. A estrutura do solo influencia a velocidade de infiltração, a resistência à dispersão, o deslocamento por salpico, a abrasão e as forças de transporte da enxurrada. Em relação à granulometria, a erodibilidade do solo tende a aumentar quando os teores de silte e areia fina são altos, e a diminuir com a elevação dos teores de argila e matéria orgânica. Portanto, o solo mais resistente à erosão é aquele que apresenta a melhor combinação dos fatores permeabilidade e coesão entre partículas e/ou agregados. Isso permite uma permeabilidade suficientemente alta para reduzir a enxurrada a valores razoáveis e agregados pequenos o bastante para não favorecer a remoção excessiva dos mesmos por salpicamento e arraste.

Apesar de sua importância para o planejamento do uso racional das terras, os estudos em grande escala sobre erodibilidade são difíceis de serem realizados por métodos diretos ou de simulação indireta. Este trabalho baseou-se numa metodologia de avaliação indireta da erodibilidade.

Dado o grande número de informações espaciais a serem integradas nesse tipo de abordagem, as técnicas de geoprocessamento, e em particular os sistemas de informações geográficas (SIG), os bancos de dados georreferenciados e as imagens de satélites do Município de Jaguariúna (Fig.1) foram instrumentos eficientes na elaboração digital e interativa dos mapas de erodibilidade potencial dos solos.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a erodibilidade potencial dos solos do Município de Jaguariúna, SP, pelo processo indireto, utilizando-se técnicas de geoprocessamento (SIG's) e sensoriamento remoto (SR).

¹Pesquisadores da Embrapa Monitoramento por Satélite, Caixa Postal 491, CEP 13001-970, Campinas, SP;

²Estudante do Curso de Geografia da PUC, Campus I - ICH, Rodovia Dom Pedro I, km 136, Campinas, SP.

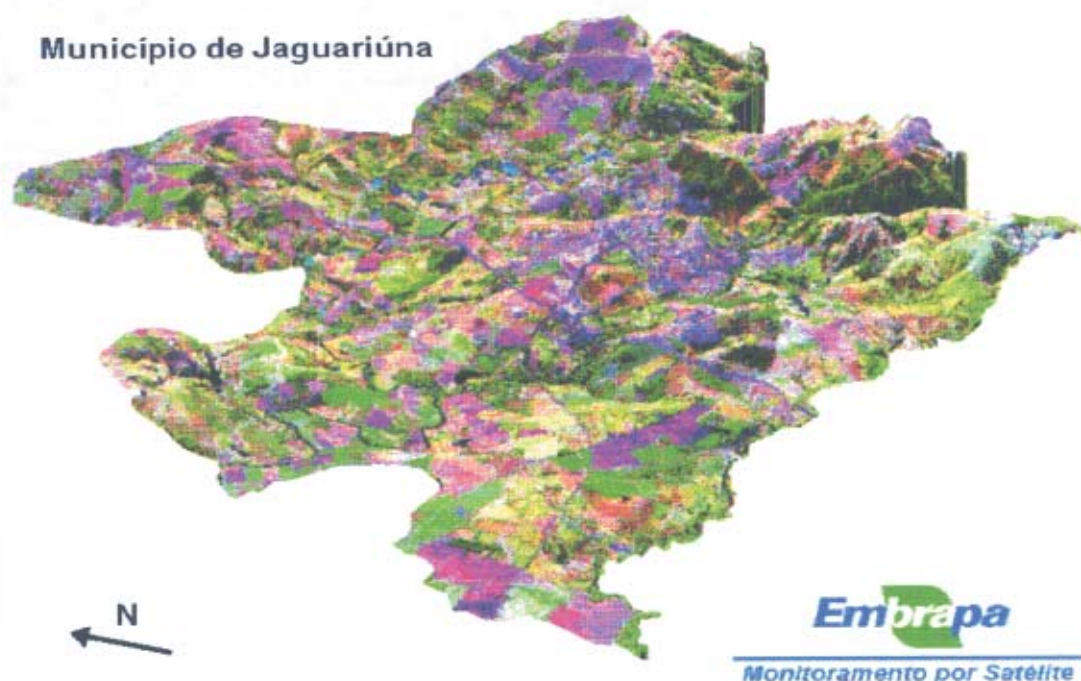


Figura 1. Visualização Tridimensional da Imagem de Satélite Landsat do Município de Jaguariúna, SP.

2. DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA

O Município de Jaguariúna localiza-se na região centro-leste do Estado de São Paulo, (Latitude 22°42'S e Longitude 47°59'W), abrangendo uma área de aproximadamente 140 km², com altitude máxima de 732m e mínima de 560m. Tendo sua economia caracterizada pela atividade agropecuária, o município expande e se diversifica, investindo na formação de um parque industrial, incluindo setores de alta tecnologia.

A região está situada em pleno contato de duas zonas geomorfológicas: o Planalto Atlântico, na parte oriental e a Depressão Periférica (Bacia do Paraná) na parte ocidental. Na parte correspondente ao Planalto Atlântico, o relevo consiste de morretes alongados paralelos, com topos arredondados e perfil convexo. Drenagem de alta densidade de cursos d'água e com presença de ravinas e muitos vales fechados caracterizam essa área, além de Dispostos Alvéolos Descontínuos onde se encontram pequenas bacias aluviais, nos vales dos rios Atibaia e Jaguari, hoje em processo de erosão parcial. Enquanto, na parte da Depressão Periférica, o relevo é pouco movimentado, colinoso, de vertentes suaves e altitudes médias entre 550 e 700 m. Isto induz a uma variada gama de rochas metamórficas pertencentes às Suítes Graníticas Indiferenciadas do Pré-Cambriano e por unidades sedimentares de diversas idades, principalmente os arenitos de granulação variada, imaturos, passando a arcóseos, da Formação Itararé - Grupo Tubarão. Ocorrem também alguns poucos testemunhos de sills de diabásio.

O Município possui o seguinte tipo climático, segundo a classificação de Köppen: *Cwa* mesotérmico, com verões quentes e estação seca nos meses de maio a setembro com apenas 26% da precipitação anual e, apresentando no mês mais frio, média mensal inferior a 18°C e superior a 3°C. Os meses chuvosos se estendem de outubro a abril, durante o qual caem 74% das chuvas anuais. Observam-se ainda durante o verão precipitações mais intensas e o maior número de dias com ocorrências de chuvas. O verão é o período de maior risco de intensificação das enxurradas e, conseqüentemente, dos processos erosivos. Em relação à vegetação original, a qual era representada pela mata latifoliada tropical, são raros os remanescentes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O método empregado para confecção dos diferentes planos de informação (PIs) teve como ponto de partida a reunião de documentos básicos (solos, geomorfologia, curvas de nível etc.) e sua compatibilização com as informações cartográficas, bibliográficas, numéricas e iconográficas disponíveis para o Município de Jaguariúna. Todos os dados serviram para estruturar um sistema de informações geográficas (SGI/INPE). Também foi constituído um banco de dados sobre as características intrínsecas dos solos do município. Entre

várias características integradas, foi avaliado o fator de erodibilidade (K) de cada unidade de solo, a partir do Nomograma de Wischmeier. A totalidade dessas informações, integradas no SGI/INPE, serviram inicialmente para geração de dois PIs básicos: classes de declividades e potencial erosivo dos solos.

Para a obtenção do PI *classes de declividades*, digitalizaram-se as curvas de nível (Fig.2), equidistantes de 20m, a partir de cartas planialtimétricas do IBGE, na escala 1:50.000. Através de manipulações automáticas no SGI, foi gerado um Modelo Numérico do Terreno (MNT) (Fig.3) e o PI definitivo das classes de declividades (Fig.4), com os seguintes intervalos de declive: Classe A) <5%; Classe B) 5 a 10%; Classe C) 10 a 15%; Classe D) 15 a 30%; Classe E) 30 a 45% e Classe F) > 45%.

Para a obtenção do PI potencial erosivo dos solos, um conjunto de variáveis intrínsecas às 16 unidades de mapeamento (Fig. 5) foi relacionado com a erodibilidade potencial (textura, transição de horizontes, permeabilidade interna, estrutura etc.). A partir da combinação dessas variáveis foi gerado um indicador de potencial erosivo para cada unidade de solo, analisada no contexto geomorfológico. Aplicado às unidades de mapeamento, esse indicador serviu para gerar o PI potencial erosivo dos solos.

O PI erodibilidade potencial dos solos resultou de cruzamentos digitais e matrizes de contingência entre os PIs básicos, para a constituição de uma matriz de decisão. Essa matriz foi convertida em um arquivo de regras de cuja aplicação resultou na versão final das cartas de erodibilidade potencial dos solos do município.

4. RESULTADOS

A Figura 6 apresenta, de forma resumida, as unidades de mapeamento da erodibilidade potencial dos solos no Município de Jaguariúna, elaboradas na escala 1:50.000 e aqui representadas na escala aproximada de 1:6.000.000. Sua análise sugere alguns comentários e discussões sobre as características do meio físico e a erodibilidade dos solos no referido município:

1 – Os mapas de declividades obtidos evidenciaram que o município apresenta uma predominância de relevos planos a suave ondulados/ondulados, com declividades médias inferiores a 15%, nas áreas cultivadas.

2 – Este relevo, associado à predominância de solos de textura média e à intensidade mediana das chuvas, conduzem a um moderado potencial de erodibilidade dos solos no município, de forma geral. Entretanto, evidenciam-se situações de contraste: áreas com riscos de efeitos cumulativos e situações particulares de acúmulo de material.

3 – Nessa análise, algumas situações puderam ser diferenciadas: o solo ideal, com o mínimo de erosão – abstraídos os aspectos de declividade, comprimento de rampa e forma – seria aquele que tivesse o máximo de coerência entre agregados e o máximo de infiltração ou permeabilidade. Como essas são tendências antagônicas, a otimização desses dois aspectos parece ocorrer em solos com alta permeabilidade e com razoável coerência entre os agregados. Uma boa parte dos Latossolos Vermelho-Escuros, distribuídos por quase todo o município, é que parecem aproximar-se mais dessa situação.

4 – Quanto à representatividade das classes de erodibilidade potencial mapeadas, verifica-se para a área estudada (Quadro 1), a predominância das classes II e I, respectivamente. Isso confirma a predisposição ligeira ou fraca ao processo erosivo para a maioria dos solos no Município de Jaguariúna, SP.

5 – Uma simples análise visual da Figura 6 indica que a maior predisposição à erodibilidade potencial dos solos está localizada na Região Leste do Município. Ela corresponde ao *Front* do Planalto Atlântico, o qual é constituído por solos bastante rasos e declivosos (Solos Litólicos e Cambissolos). Portanto, a fragilidade dos solos, a geologia marcada por rochas metamórficas pertencentes às Suítes Graníticas Indiferenciadas do Pré-Cambriano, somados ao relevo forte ondulado, são fatores de risco natural ao desenvolvimento de erosões concentradas do tipo voçorocas.

6 – Na porção oriental do município, numa faixa meridional, também existem áreas críticas de suscetibilidade à erosão, dado o caráter de pequena profundidade dos solos. Tratam-se de Superfícies Erosivas, Dissecadas em Colinas e Ravinas.

7 – Na porção Centro-Sul do município há áreas menos sujeitas à erosão, não só pela ocorrência de solos menos suscetíveis, mas também por situarem em relevos planos a suave ondulados. Tratam-se de áreas localizadas em superfícies de Relevo Dissecado em Colinas Suaves, na Depressão Periférica. Essas áreas apresentam locais com pequenas declividades, muitas vezes inferiores a 10%.

Curvas de Nível - Município de Jaguariúna

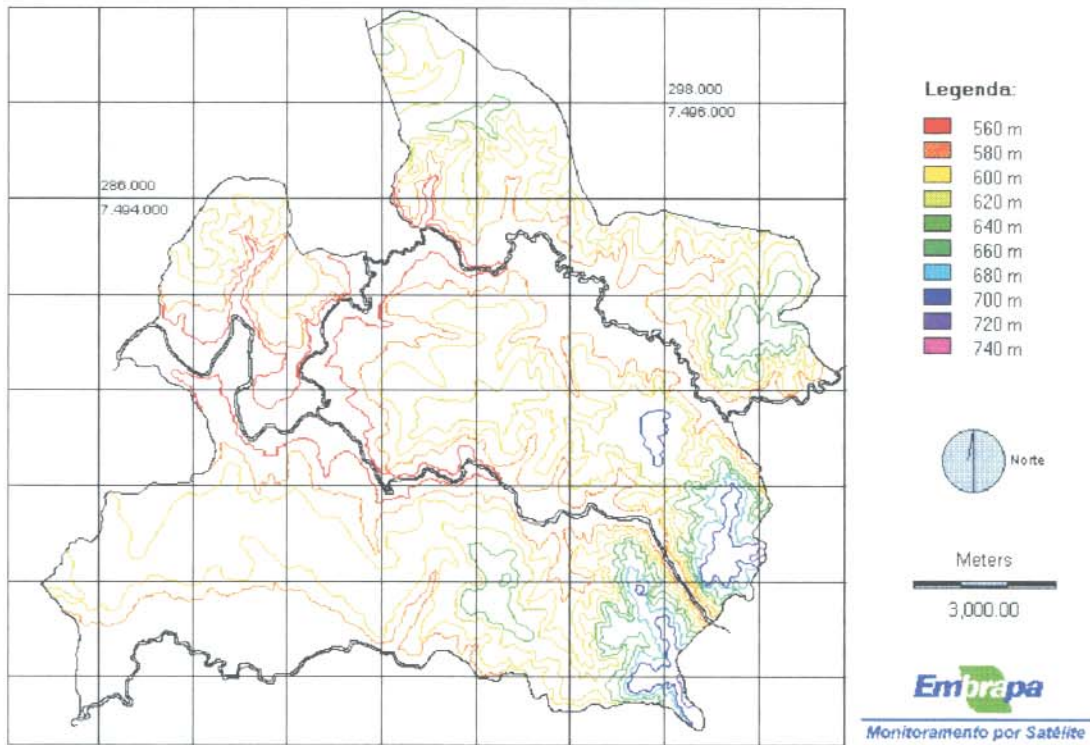


Figura 2. Mapa de Curvas de Nível do Município de Jaguariúna, SP.

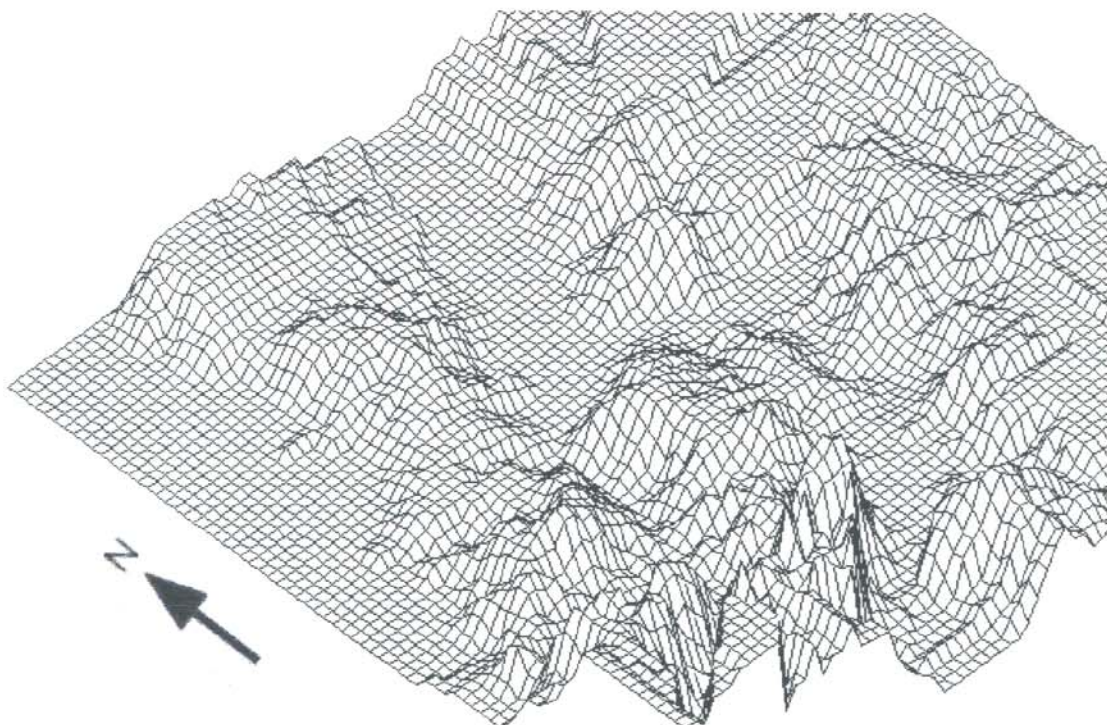


Figura 3. Representação Tridimensional (3-D) do MNT do Município de Jaguariúna, SP.

Declividades - Município de Jaguariúna

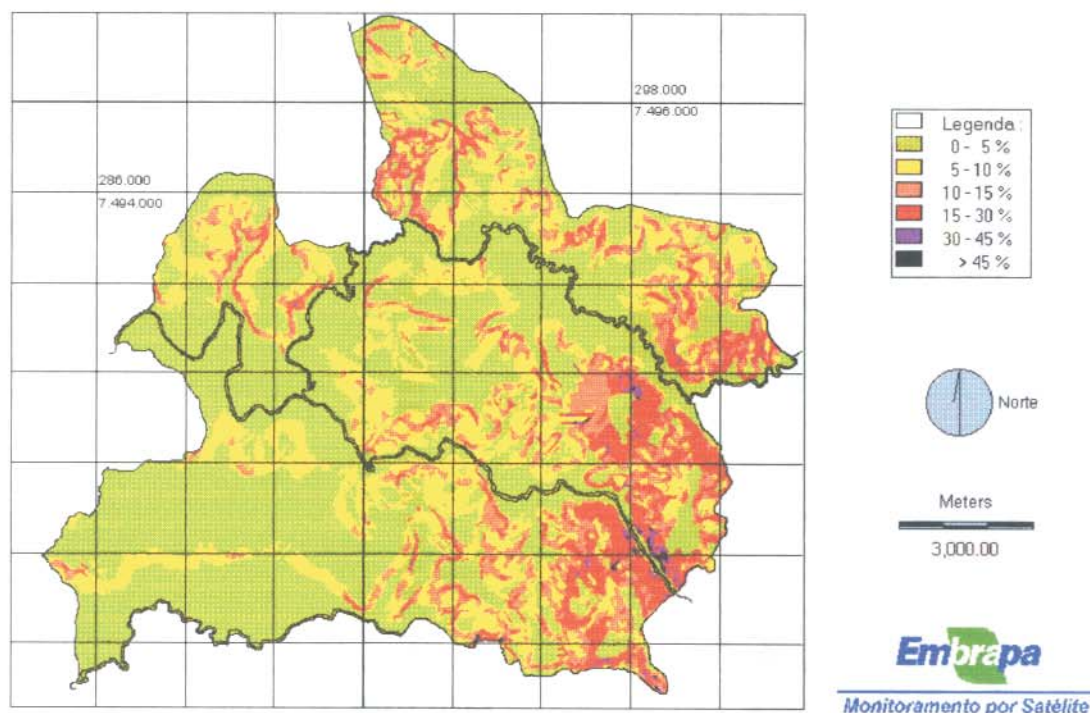


Figura 4. Mapa de Classes de Declividades do Município de Jaguariúna, SP.

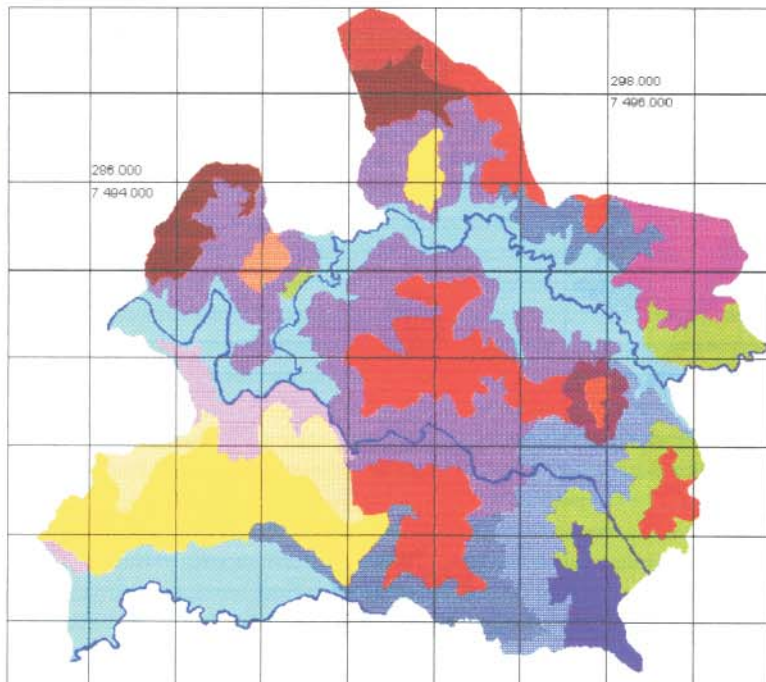
Quadro 1. Área e Percentual das Classes de Erodibilidade Potencial dos Solos do Município de Jaguariúna, SP.

CLASSES DE ERODIBILIDADE		ECODINÂMICA			ÁREA (km ²)	PERCENTUAL (Aproximado)
Nº	Tipo					
I	Muito Fraca/ Fraca	Fraca/ morfogênese)	Estável (pedogênese morfogênese)	>	28,63	20,73%
II	Ligeira		Transição (pedogênese morfogênese)	≈	33,10	23,97%
III	Moderada		Transição (pedogênese morfogênese)	≈	13,79	9,98%
IV	Forte		Instável (pedogênese morfogênese)	<	25,60	18,54%
V	Muito Forte		Instável (pedogênese morfogênese)	<	12,28	8,89%
VI	Especial		Instável e Transição (pedogênese morfogênese)	≤	24,71	17,89%

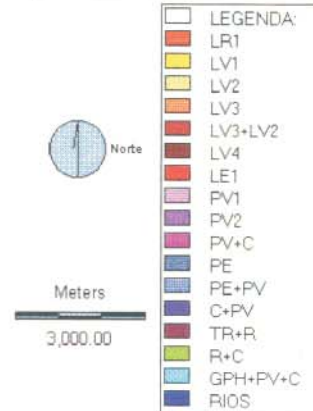
5. CONCLUSÕES

- o processo metodológico utilizado mostrou-se viável e válido. Ele exigiu equipamentos de geoprocessamento e um esforço multidisciplinar na reunião e na análise dos documentos obtidos e gerados;
- a análise dos mapas obtidos mostra o predomínio das classes II e I de erodibilidade potencial dos solos. Para o Município de Jaguariúna, SP, a predisposição dos solos ao processo erosivo varia de moderada a ligeira. Por tratar-se de erodibilidade potencial, a mesma poderá variar em função do manejo empregado;
- os resultados da erodibilidade potencial dos solos do Município de Jaguariúna, SP, na escala 1:50.000, obtidos através de processo indireto, utilizando-se ferramentas de SIG e SR, podem ser considerados satisfatórios para os objetivos inicialmente propostos.

Solos - Município de Jaguariúna



SIGLA	SIGNIFICAÇÃO
LR	Latossolo Roxo
LV	Latossolo Vermelho-Amarelo
LE	Latossolo Vermelho-Escuro
PV	Podzólico Vermelho-Amarelo
PE	Podzólico Vermelho-Escuro
C	Cambissolo
TR	Terra Roxa Estruturada
R	Solo Litólico
GPH	Glei Pouco Húmido

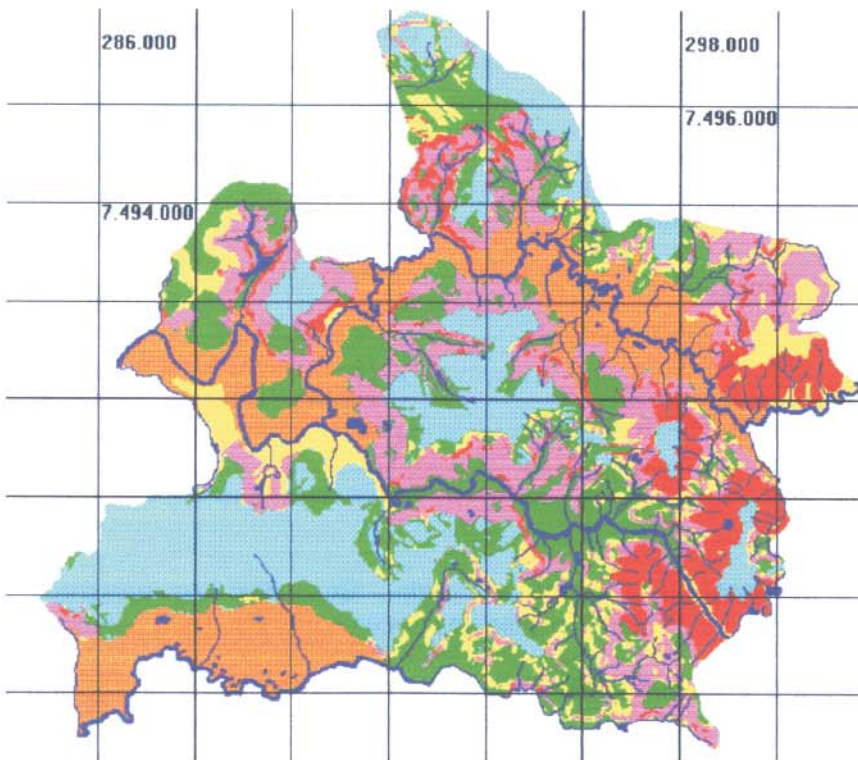


Embrapa

Monitoramento por Satélite

Figura 5. Mapa Pedológico Semidetalhado do Município de Jaguariúna, SP.

Erodibilidade Potencial dos Solos - Município de Jaguariúna



Legenda:	
[Light Blue]	Muito Fraca a Fraca
[Green]	Ligeira
[Yellow]	Moderada
[Pink]	Forte
[Red]	Muito Forte
[Orange]	Especial
[Dark Blue]	Corpos d'água



Embrapa

Monitoramento por Satélite

Figura 6. Mapa de Erodibilidade Potencial dos Solos do Município de Jaguariúna, SP.