

**COMUNICADO
TÉCNICO**

Nº 2, nov./97, p.1-8

**CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DA ADEQUABILIDADE DO USO ATUAL DAS TERRAS NO
MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA, SP, COM AUXÍLIO DE GEOPROCESSAMENTO**Itamar A. Bognola¹
José R. Miranda¹
João A. de C. Mangabeira¹
Mauro A. Toledo²
Chiriki Yoshii³**1. INTRODUÇÃO**

Uma das conseqüências mais graves do uso indevido do solo é a sua degradação aspecto que, uma vez negligenciado, pode causar muitos danos, muitas vezes irreparáveis à terra. Torna-se, assim, fácil entender que o conhecimento da exploração agrícola constitui um subsídio relevante, quando se deseja formular propostas de planejamento do uso sustentado das terras. Neste contexto, para que se possa estruturar e viabilizar o planejamento agrícola, tanto ao nível local como regional, torna-se necessário que cada parcela de terra seja explorada de acordo com sua capacidade de sustentação e produtividade econômica, bem como dispor-se das informações referentes à dinâmica do uso e cobertura vegetal das terras, com dados atuais e também históricos.

Em decorrência da intensificação e modernização da agricultura, a modificação rápida do uso da terra tem gerado conflitos entre a possibilidade de melhor uso e o uso real dos solos agrícolas. Assim a disponibilidade de um sistema semi-automático dinâmico e suficientemente flexível para permitir a manipulação de informações multitemáticas codificadas espacialmente, proporcionaria aos órgãos de planejamento meios para intervir e propor sistemas de uso mais adequados. Neste contexto, os sistemas de informações geográficas constituem ferramentas poderosas que são empregadas na integração e análise de dados provenientes de fontes diversas tais como as imagens fornecidas por satélites terrestres, mapas, cartas climatológicas, censos etc.

O presente trabalho objetivou caracterizar o meio físico do Município de Jaguariúna, SP, a partir de imagens de satélite Landsat TM e empregando-se técnicas de geoprocessamento, com a finalidade de se estabelecer um planejamento agroambiental visando o uso e manejo sustentável de seus recursos naturais.

2. DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA

O Município de Jaguariúna localiza-se na região centro-leste do Estado de São Paulo, (Latitude 22°42'24''S e Longitude 47°59'50''W), abrangendo uma área de aproximadamente 140 km², com altitude máxima de 732 metros e mínima de 560 m. 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.

¹Pesquisador

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

²Estagiário

Embrapa Monitoramento por Satélite;

³Técnico Especializado

Embrapa Monitoramento por Satélite.

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

Considerando a extensão da área estudada (14.095,62 ha), a abordagem metodológica foi definida para gerar dados e produtos cartográficos em semidetalhe (escala 1:50.000). Os dados foram levantados a partir de imagens Landsat/TM (no formato digital), fotografias aéreas de arquivos, cartas topográficas e levantamento pedológico semidetalhado dos solos.

3.1. Digitalização do mapa de uso das terras

Para o levantamento do uso atual das terras seguiu-se a seguinte forma sintética e posterior detalhamento:

1- Elaboração da legenda do mapa caracterizando os principais usos atuais das terras, em função do tipo de cobertura vegetal, desde as mais estáveis (florestas, reflorestamentos, lagos etc) até as mais instáveis (culturas anuais), áreas degradadas por mineração (portos de areia, argila, pedreiras).

2 - Delimitação preliminar dos principais agroecossistemas de Jaguariúna, a partir de imagens do satélite LANDSAT TM em combinação falsa cor na escala 1:100.000.

3 - Tratamento digital das imagens de satélite no Sistema de Tratamento de Imagens, para proceder algumas análises.

4 - Combinação do tratamento analógico e digital em cerca de 10 temas, tipos de uso ou ecossistemas e agroecossistemas.

5- Checagens de campo. Identificação e mapeamento dos usos agrícolas de forma definitiva.

As informações temáticas, para composição dos mapas de usos das terras, foram obtidas a partir da interpretação analógica de imagens multiespectrais do satélite LANDSAT TM 5 e transparência positiva, com auxílio do PROCOM (sistema óptico de precisão para ampliação de imagens).

Foram ainda utilizadas imagens magnéticas tratadas em computador, imagens em papel fotográfico (1:50.000) e cartas topográficas do IBGE na escala de 1:50.000 gerando um mapa em três dimensões, o que facilitou a checagens de campo (Figura 1).

3.2. Elaboração do banco de dados de uso das terras

Todas as informações foram digitalizadas e armazenadas em um banco de dados no Sistema de Informações Geográficas (SGI-INPE). Estes dados foram basicamente de dois tipos: um deles definiu geograficamente as feições da superfície terrestre e o outro descreveu os atributos ou as qualidades dessas feições. Foram dados, portanto, referentes à localização e quantificação e, ou qualificação de cada ponto que define determinada feição.

Com base nestas informações, elaborou-se, através de operações de superposição e reclassificação, mapas que representam o potencial agrícola. As classes de capacidade de uso foram estabelecidas através do cruzamento do mapa de solo com o mapa de classes de declives. Todas as informações geradas foram analisadas objetivando estabelecer comparações entre o diagnóstico atual do Município quanto à utilização das terras e posterior recomendação de adequação do uso, visando estabelecer um planejamento sustentado da região, bem como agrupar unidades de manejo para cada área homogênea.

4. RESULTADOS PARCIAIS

4.1. Estudo comparativo sobre o uso das terras entre as duas épocas analisadas

Os mapas de usos das terras, referentes aos anos de 1994 e de 1997, foram elaborados depois de checagens de campo. Só após essa padronização *in loco* é que os dados que contemplam as diversas categorias

tais como: as matas, os reflorestamentos, as pastagens, as culturas anuais, as várzeas, os portos de areias, as áreas urbanas, etc., entre outras formas de usos, foram considerados apropriados para serem armazenados de forma definitiva e destinados à fase de processamento e análise (Figuras 2 e 3, respectivamente).

As quantificações dos usos para as duas épocas são apresentadas no Quadro 1. Nota-se que em relação às percentagens das categorias referentes à vegetação natural (mata, mata ciliar, mata mista e capoeira), se somadas, se mantiveram no ano de 1997, idênticas ao uso da terra verificado para o ano de 1994. As pequenas distorções ocorridas, provavelmente possam ter sua origem nas dificuldades de se identificar e separar nas imagens utilizadas algumas categorias de usos da terra.

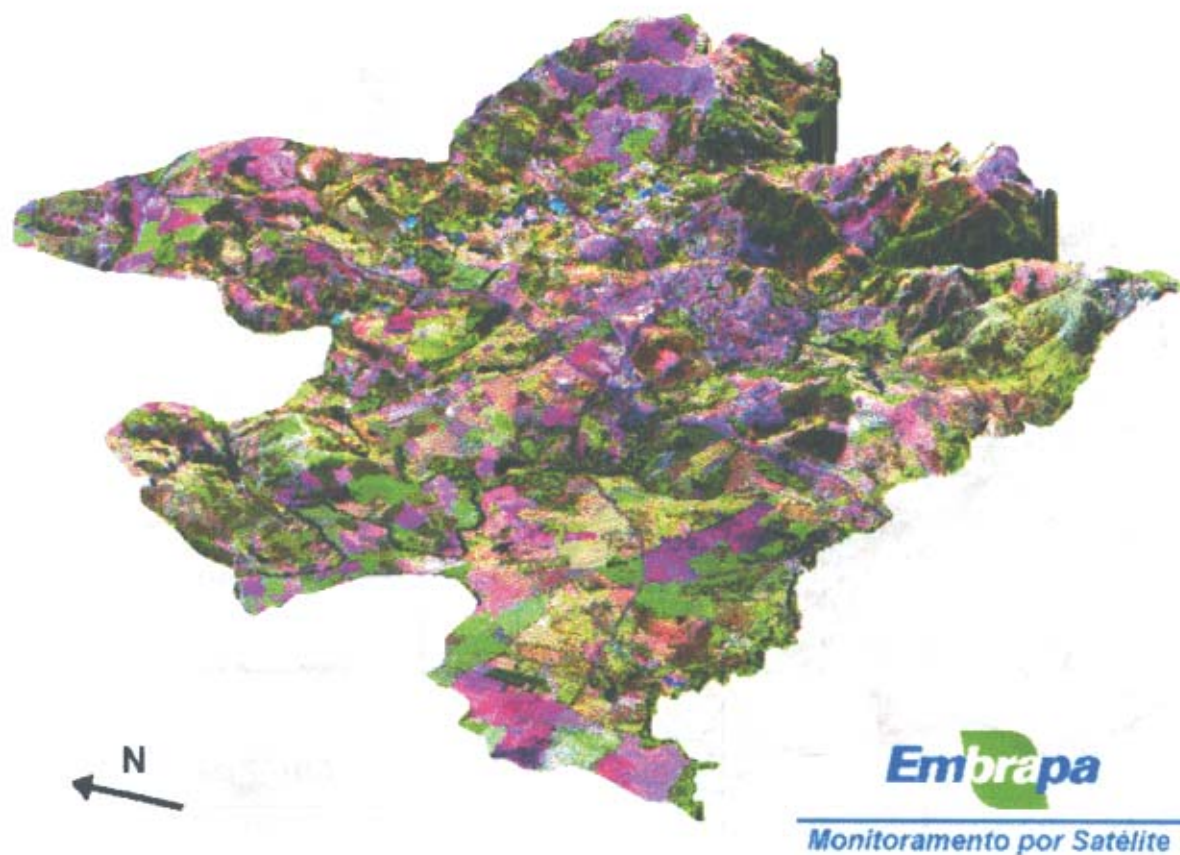


Figura 1. Visualização Tridimensional da Imagem de Satélite Landsat do Município de Jaguariúna - SP.

As áreas de reflorestamentos com eucaliptos aumentaram timidamente, quando se compara as duas épocas estudadas. Da mesma forma, as categorias de usos da terra referentes às áreas urbanas e de chácaras, tiveram um crescimento lento.

Por outro lado, as áreas em urbanização, bem como as áreas industriais tiveram um desenvolvimento razoável, mostrando que nos últimos três anos houve um grande impulso nesse setor.

As áreas de capineira têm aumentado com o decorrer do tempo. Nelas, predominam as forrageiras como Capim Napier, Colonião e outras de menor expressão em termos de área cultivável, que são utilizadas basicamente para a alimentação de gado e/ou eqüinos.

As percentagens das categorias referentes às culturas perenes e anuais, bem como referentes às pastagens (pasto limpo e pasto sujo) mostram que, o Município de Jaguariúna, passa por um período de

transição, com um razoável decréscimo dessas categorias em detrimento de um maior predomínio da cultura da cana-de-açúcar. Destaca-se ainda, o grande decréscimo percentual de áreas ocupadas com laranjais.

A partir dessas quantificações, foi possível obter-se um indicativo da vocação do Município de Jaguariúna, quanto ao uso de seus solos. Elaborou-se, então, os sistemas de usos da terra (discutidos a seguir) que, supostamente, seriam mais apropriados ao uso e manejo sustentável de seus recursos naturais.

4.2. Geração analógica e digital do mapa de capacidade de uso das terras

Constitui um mapa sintético que representa uma integração hierarquizada, via SGI, gerados anteriormente, sendo capaz de servir para as diversas avaliações de capacidade de uso de recursos naturais mobilizados pela agricultura, em um determinado território (Figura 4).

O zoneamento espacial de todas as *potencialidades e restrições* do meio natural e antropizado constitui um marco de referência estratégico para conceber e desenhar o ordenamento territorial. Não há *ordenamento* sem um zoneamento prévio que possibilite a integração interdisciplinar de todos os conhecimentos e percepções da diversidade física, biológica, ecodinâmica e sócio-dinâmica das paisagens, com a identificação de modelos de ocupação e conservação da natureza, dentro de uma perspectiva, a longo prazo, de proteção das disponibilidades ecológicas.

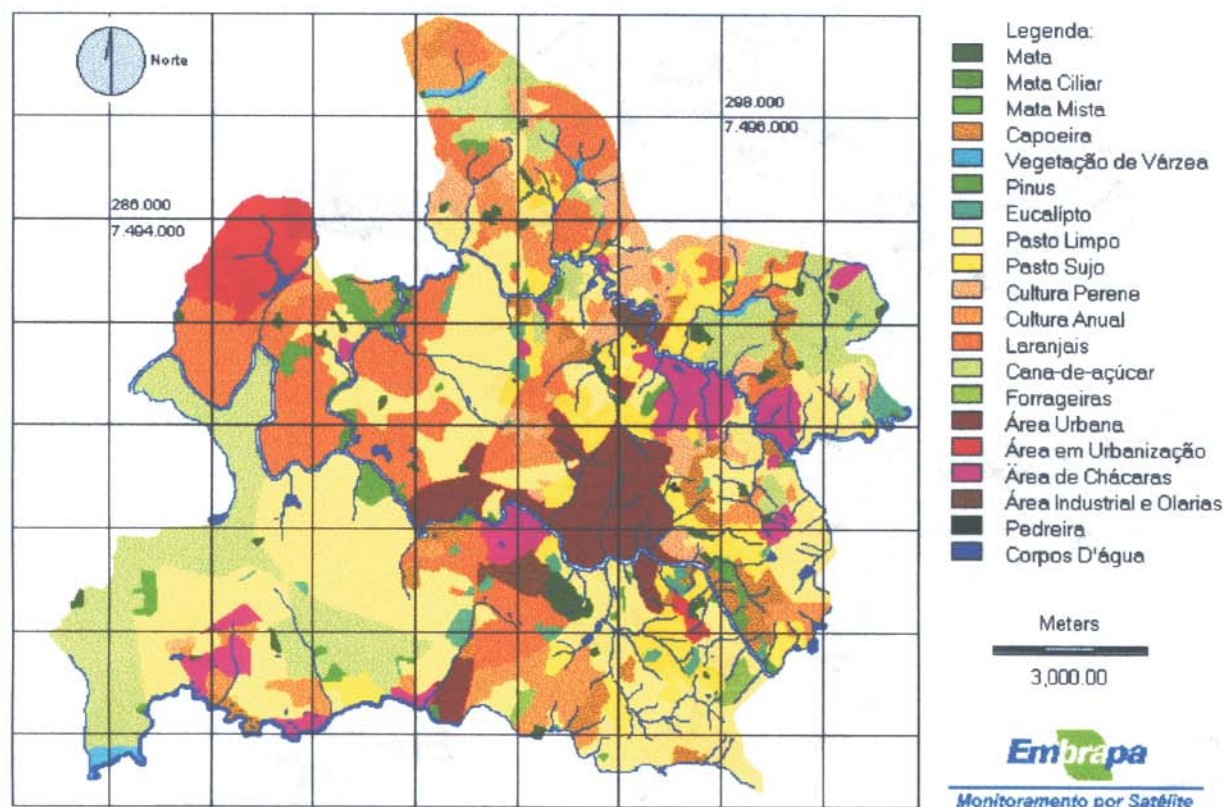


Figura 2. Mapa de Uso das Terras do Município de Jaguariúna-SP em 1994.

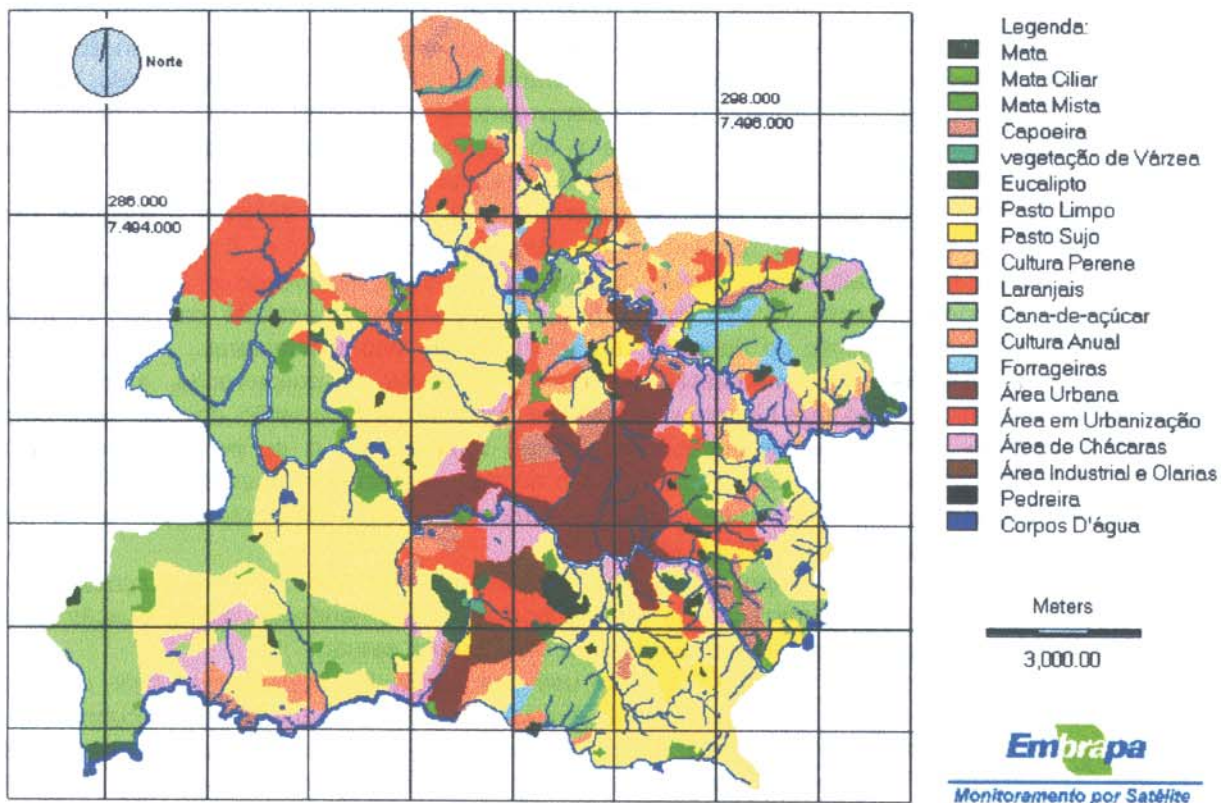


Figura 3. Mapa de Uso das Terras do Município de Jaguariúna - SP em 1997.

Quadro 1. Áreas e Percentual das Diversas Categorias de Usos da Terra do Município de Jaguariúna, SP.

Categorias de Usos da Terra		Épocas			
Nº	Tipos	1994		1997	
		Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
01	Mata	2,19	1,57	2,31	1,65
02	Mata Ciliar	1,03	0,74	1,26	0,90
03	Mata Mista	2,33	1,67	3,40	2,44
04	Capoeira	5,32	3,81	3,88	2,78
05	Coqueiral	0,84	0,60	-	-
06	Vegetação de Várzea	0,68	0,49	0,99	0,71
07	Pinus	0,28	0,20	-	-
08	Eucaliptos	1,93	1,38	2,60	1,86
09	Pasto Limpo	38,02	27,26	35,55	25,49
10	Pasto Sujo	9,61	6,89	4,26	3,05
11	Cultura Perene	6,02	4,32	4,43	3,18
12	Cultura Anual	9,36	6,71	7,42	5,32
13	Laranjais	19,54	14,00	8,71	6,25
14	Cana-de-açúcar	20,92	15,00	28,51	20,43
15	Forrageiras	0,56	0,40	1,66	1,19
16	Área Urbana	7,93	5,69	8,66	6,21
17	Área em Urbanização	3,99	2,86	7,91	5,67
18	Área de Chácaras	6,13	4,40	9,41	6,75
19	Área industrial e Olarias	1,13	0,80	2,07	1,48
20	Pedreira	0,02	0,01	0,30	0,22
21	Corpos d'água	1,10	0,79	1,56	1,12
22	Rios Principais	0,59	0,41	3,14	2,25
TOTAL		139,51	100,00	139,51	100,00

Através do IDRISI, os dados georreferenciados dos planos de informação do uso atual das terras, das declividades, do modelo numérico de terreno (MNT), das bacias hidrográficas e da pedologia foram armazenados, manipulados e analisados, permitindo a resolução da organização espacial para obtenção do plano de capacidade de uso das terras. O processo de entrada e informatização dos dados envolveu, ainda, operações e rotinas específicas, incluindo o pré-processamento, armazenamento e tratamento de imagens de satélite, a digitalização de cartas temáticas, dos dados numéricos e a aquisição de informações relevantes de outros bancos de dados através do SGI/INPE, via transferência direta de arquivos por computador.

O sistema de capacidade de uso das terras é sugerido como marco de referência espacial para o ordenamento com base na integração do conhecimento das potencialidades e limitações ecológicas, compatibilizadas às ameaças ambientais, respondendo às necessidades da sociedade e à conservação do ambiente. Os resultados do ordenamento de uso das terras, segundo sua capacidade de uso, orientam a ocupação rural e urbana, o aproveitamento de florestas, a exploração de recursos minerais, a recuperação ou melhoramento de áreas degradadas, a sistematização do manejo de áreas de preservação, a realização de grandes obras públicas, a administração dos sistemas hídricos, o controle da renovação dos recursos naturais etc. Assim sendo, o objetivo principal da produção deste mapa temático foi o de propiciar um estilo de planejamento e administração ambiental baseado na concepção do desenvolvimento sustentável. O documento cartográfico resultante do processo de ordenamento territorial representa a base cartográfica necessária para o planejamento da sustentação ecológica, econômica e social.

Todas as informações geradas foram analisadas, objetivando estabelecer comparações entre o diagnóstico atual do Município quanto à utilização da terra e posterior recomendação de adequação do uso, visando ainda, estabelecer um planejamento sustentado da área do presente estudo.

O Quadro 2 apresenta as classes de capacidade de uso das terras. Observa-se que 70% da área do Município se enquadra dentro das classes **IIle**, **IIIs**, **IIe** e **IIs**. A classe **IIle** corresponde às terras cultiváveis que requerem medidas intensivas ou complexas de conservação do solo, para garantir uma produtividade de média a elevada. Essas áreas encontram-se em relevo suave ondulado a ondulado, com declividade variando de 6 a 15% e são dominadas principalmente pelos Latossolos Vermelho-Amarelos e Podzólicos Vermelho-Amarelos. Também há uma contribuição de áreas com Podzólicos Vermelho-Escuros. Apresentam riscos à erosão, principalmente na condição de relevos mais movimentados, exigindo-se medidas intensas e complexas de conservação do solo. A classe **IIIs** corresponde a 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.

Quadro 2. Avaliação da Capacidade de Uso das Terras do Município de Jaguariúna – SP.

Símbolo Mapa	Unidade de Mapeamento	Fase de Relevo	Princ. Fatores Limitantes*	Classe de Capac. Uso
LRd	Latossolo Roxo Distrófico	s. ondul./plano	<i>di</i>	IIs
LEd	Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico	s. ondul./plano	<i>di</i>	IIs
LVd,al	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico ou Álico	s. ondulado	<i>di e al</i>	IIIs
PVd,al	Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico ou Álico	s. ondul./ond.	<i>di e al</i>	IIIs, IIle
PEe,d	Podzólico Vermelho-Escuro Eutrófico ou Distrófico	s. ondul./ond.	<i>eu e di</i>	IIle
TRe + Re	Terra Roxa Estr. Eutrófica. + Solo Litólico Eutrófico	ond. e f.ond.	<i>pd</i>	IIle, IVe
Re + Ce	Solo Litólico Eutrófico + Cambissolo Eutrófico.	fo/mont.	<i>pr e pd</i>	Vle e IVe
HG + Cg + PVg	Glei Pouco-Húmico + Cambissolo gleico + Podzólico Vermelho-Amarelo gleico	plano	<i>hi</i>	IIla

al - caráter álico: este fator limitante refere-se às altas concentrações de alumínio trocável, apresentando toxicidade para a maioria das plantas;

di - caráter distrófico: este fator limitante refere-se a solos com acidez moderada que, possivelmente, pode afetar o crescimento de plantas sensíveis à acidez;

pd - pedregosidade: este fator limitante indica a quantidade de pedras da terra;

pr - profundidade efetiva: refere-se à espessura máxima do solo em que as raízes não encontram impedimento físico para penetrar livremente, facilitando a fixação da planta e servindo como meio para absorção de água e nutrientes;

hi - hidromorfismo: refere-se à drenagem natural do perfil do solo. Reúne, a um só tempo, indicações a respeito de capacidade de escoamento superficial do terreno, permeabilidade do solo e profundidade do lençol freático.

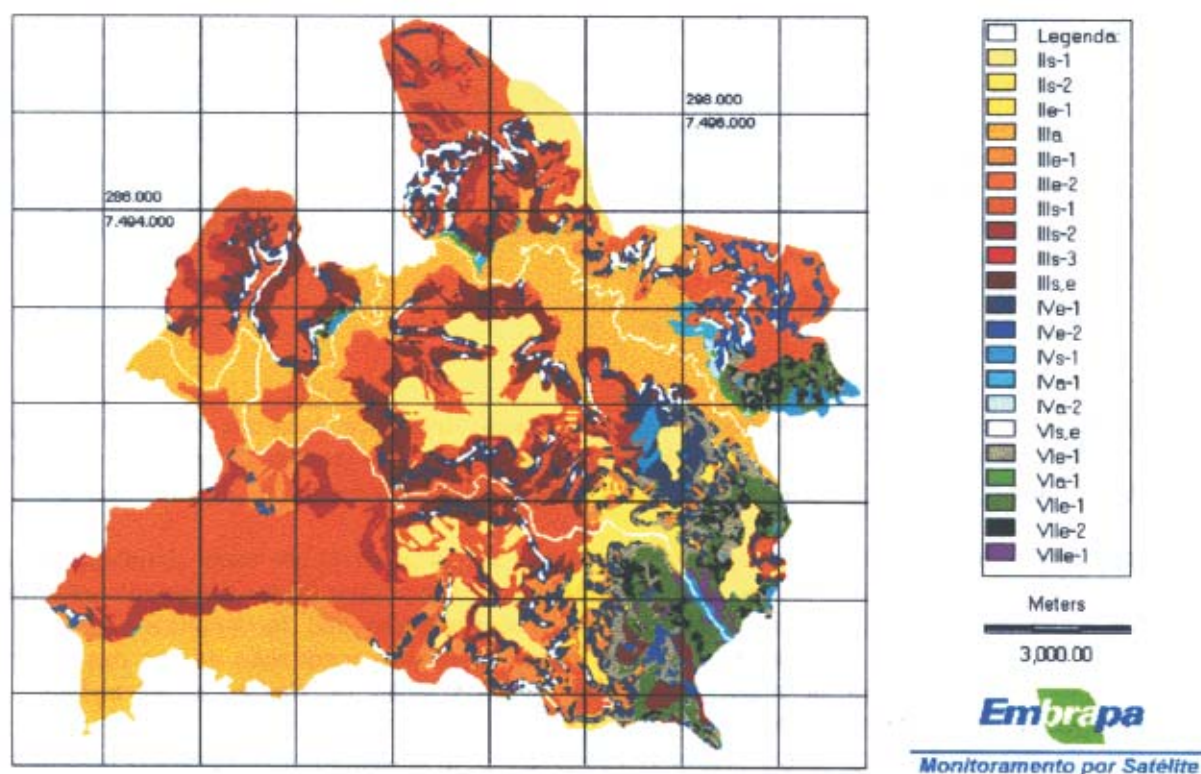


Figura 4. Capacidade de Uso das Terras do Município de Jaguariúna - SP.

Normalmente apresentam profundidade efetiva média. As classes IIs e Ile são terras próprias para culturas anuais com problemas simples de conservação dos solos e manutenção da produtividade. São representadas por relevos planos a suave ondulados e pelos Latossolos Vermelho-Escuros e Latossolos Roxos.

A classe IVe corresponde a terras que têm riscos ou limitações permanentes muito severas quando usadas para culturas anuais. De maneira geral, são áreas que ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado, em solos com baixa permeabilidade e profundidade efetiva. Nessas áreas ocorrem Terra Roxa Estruturada associada a Solo Litólico. Além do problema de grande parte da área do Município se enquadrar em classes de capacidade de uso que exigem práticas conservacionistas mais intensas, também são comuns os seguintes fatores causadores ou agravadores da erosão: (a) cobertura arbórea baixa ou inexistente, seja floresta, bosque ou cultura perene; (b) insuficiência da cobertura vegetal viva ou morta em períodos críticos e (c) estrutura superficial e/ou subsuperficial degradada em relação às condições naturais.

As classes VIe,s apresentam terras impróprias para culturas e próprias para pastagens com práticas simples e outros usos agrícolas. Nestas classes ocorrem principalmente os Solos Litólicos e os Cambissolos em relevo ondulado e forte ondulado. Já a classe VII apresenta terras impróprias para culturas e limitações para pastagens, mas próprias para reflorestamento, enquanto a classe VIII apresenta terras impróprias para utilização agrícola e própria para reserva e abrigo da flora e fauna.

Dos sistemas de capacidades de uso das terras propostos, alguns já se encontram praticamente em perfeita concordância e os demais podem ser implantados a partir do uso atual. Entre as alternativas para se chegar ao melhor uso da terra proposto, estão aquelas que visam facilitar significativamente a adoção e manejo pelos seus produtores rurais. Portanto, concluído esse estudo, foi possível estabelecer a adequabilidade de uso das terras, a partir do uso de sistemas de informação geográfica como instrumento para o planejamento de uso sustentável dos recursos naturais do Município de Jaguariúna.

4.3. Geração do mapa de adequabilidade do uso das terras

Este mapa é produto da reclassificação do uso atual das terras. Ele foi realizado a partir de uma análise numérica e espacial das demandas das categorias de capacidade de uso pelas atividades agrícolas atuais. Os procedimentos usados foram: "capacitação" do mapa de uso atual das terras em termos de demanda de recursos, geração da tabulação cruzada entre os mapas de usos compatíveis e uso atual das terras, análise

numérica e cartográfica dos resultados, definição, construção, aplicação e validação de arquivo de regras e cruzamento entre os mapas via manipulação do SIG (Figura 5).

O cruzamento, portanto, entre os planos de uso atual e o de capacidade de uso das terras permitiu identificar, quatro classes de adequabilidade de uso dos recursos naturais: adequado, pouco adequado, subutilizado e sobre-utilizado. Mas também foram considerados como critérios para a determinação das classes nesta carta de adequabilidade, outros aspectos ambientais, além dos puramente agrônômicos, pois o objetivo geral deste trabalho é o de conciliar o desenvolvimento agro-econômico com a preservação dos recursos naturais. Assim, por exemplo, todas as áreas com vegetação natural foram reunidas em uma classe à parte, uma vez que a sua preservação deve ter prioridade sobre as atividades agrossilvopastoris, independentemente da capacidade de uso agrícola das terras onde se localizam.

5. CONCLUSÕES

1. Apesar do dinamismo da região, não se verificou mudanças significativas nos usos das terras entre 1994 e 1997. Apenas houve um aumento considerável na área de urbanização, com instalação de novas fábricas no Município de Jaguariúna e um grande aumento no cultivo da área com cana-de-açúcar.
2. Pelos resultados apresentados pode-se concluir que mesmo não sendo possível um maior detalhamento das classes de uso e cobertura vegetal das terras, face às limitações dos produtos de sensoriamento remoto ao nível orbital, as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são ferramentas úteis para o monitoramento da dinâmica de uso e cobertura vegetal e para a análise da adequação de uso das terras ao nível municipal, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, maior agilidade no processamento e ser economicamente viável.

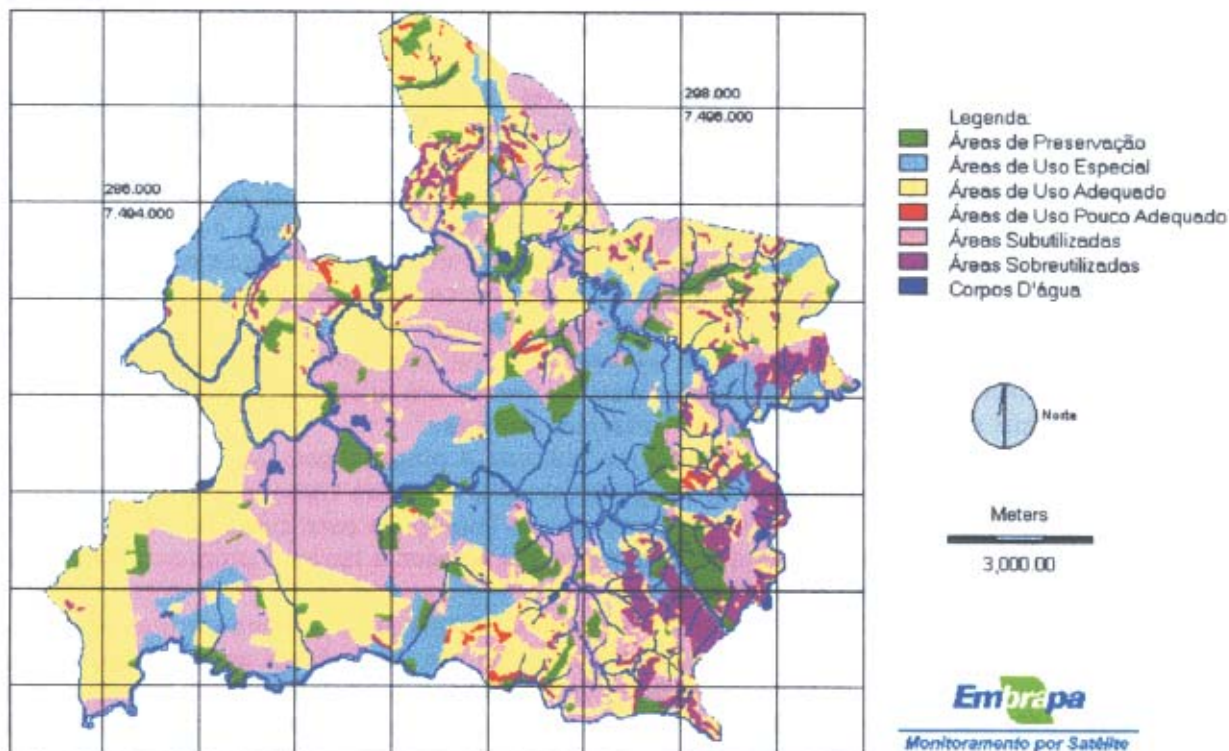


Figura 5. Mapa de Adequabilidade do Uso das Terras do Município de Jaguariúna - SP.

