

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**INPE-5566-RPQ/666**

**TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E DE GEOPROCESSAMENTO PARA  
MAPEAMENTO E ANÁLISE DO USO DA TERRA**

**Madalena Niero Pereira  
Maria de Lourdes Neves de Oliveira Kurkdjian  
Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto**

**INPE  
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS  
Maio de 1994**

621.376.5

PEREIRA, M.N. et al.

Técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento para mapeamento e análise do uso da terra. / M.N. Niero et al.-- São José dos Campos: INPE, 1994. 31p.-- (INPE-5566-RPQ/666)

1. Uso da Terra. 2. Planejamento Regional. 3. Sistemas de Informação Geográfica. I. Título.

**TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E DE GEOPROCESSAMENTO PARA  
MAPEAMENTO E ANÁLISE DO USO DA TERRA**

**Madalena Niero Pereira  
Maria de Lourdes Neves de Oliveira Kurkdjian  
Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto**

**INPE  
São José dos Campos  
Maio de 1994**

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar as discrepâncias de uso e ocupação da terra de uma área em relação a sua aptidão agrícola usando técnicas de sensoriamento remoto e de integração de dados através de Sistema de Informações Geográficas (SIG). A área estudada situa-se no Centro-Oeste do Estado de São Paulo compreendendo parte dos municípios de Araras, Conchal, Leme, Moji-Guaçu, Moji-Mirim e ocupa uma área de (343 km<sup>2</sup>). Foram levantadas as diferentes classes de cobertura vegetal e uso da terra da área de estudo, a partir da interpretação visual de imagens orbitais multisensores e multitemporais. A comparação entre o mapa de aptidão agrícola da área e o uso atual das terras, para identificação das regiões de discrepâncias de uso, foi feita a partir do SIG. Verificou-se pelo estudo realizado que 48% da área de estudo encontra-se inadequadamente utilizado.

GIS AND REMOTE SENSING TECHNIQUES FOR LAND USE MAPPING  
AND ANALYSIS

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate differences between land use/land cover and land use suitability using remote sensing data and Geographic Information System (GIS). The study area (approximately 343 km<sup>2</sup>) is located in the West of São Paulo State. Land use/land cover classes were obtained using multisensor and multitemporal satellite imageries. The comparison between land use map and land suitability map was made using GIS to identify areas of unsuitable land use. The results show that 48% of the study area is inadequately used.

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiii
1 <u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
2 <u>ÁREA DE ESTUDO</u> .....	3
3 <u>PROCEDIMENTOS</u> .....	6
4 <u>RESULTADOS</u> .....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1 - Classes de uso da terra da área de estudo obtidas a partir da interpretação de imagens orbitais.....	9
2 - Distribuição das classes de aptidão agrícola das terras na área de estudo.....	12
3 - Áreas inadequamente ocupadas: utilização abaixo da aptidão agrícola das terras.....	15
4 - Áreas inadequadamente ocupadas: utilização acima da aptidão agrícola das terras.....	17

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
1 - Área ocupada pelas diferentes classes de uso da terra.....	10
2 - Área ocupada pelas diferentes classes de aptidão agrícola.....	11
3 - Porcentagem de áreas inadequadamente ocupadas: uso abaixo da aptidão agrícola das terras (áreas subutilizadas).....	13
4 - Porcentagem de áreas inadequadamente ocupadas: uso acima da aptidão agrícola das terras (áreas superutilizadas).....	16

## 1 INTRODUÇÃO

O levantamento e mapeamento do uso e cobertura vegetal da terra de uma área ou município é importante porque irá mostrar a distribuição espacial das atividades na área. Esta informação associada àquela acerca da capacidade de suporte do terreno serve de base para o estabelecimento de planos de ocupação antrópica adequada das terras que tem como objetivo a utilização racional das mesmas.

Este plano constitui um documento para órgãos e instituições responsáveis pela condução de políticas e ações que visam o incentivo e o monitoramento da ocupação territorial.

O planejamento adequado do uso da terra constitui um processo essencial para aqueles que pretendem utilizá-la de maneira correta, o que pressupõe necessariamente a sua preservação dos efeitos prejudiciais decorrentes do mau uso (Oliveira e Berg, 1985).

A partir de um planejamento é possível evitar-se a ocupação imprópria em áreas ecologicamente frágeis, como por exemplo, várzeas e encostas íngrimes. A ocupação urbana, por exemplo, destas áreas irá gerar problemas de inundação, desmoronamento, poluição do lençol freático.

A pressão demográfica gerada pelo crescimento populacional aumenta a demanda de alimentos e de combustíveis de biomassa. Estes fatos acarretam a expansão da área agrícola para terrenos impróprios (encostas) e o desmatamento (Leonard, 1992).

O uso impróprio ou incompatível da terra, como por exemplo utilização superior a aptidão agrícola, gera problemas ambientais muitas vezes irreversíveis ou que exigem gastos para solucioná-los. Por outro lado, o uso inferior a aptidão agrícola das terras (subutilização) implica em relação custo/benefício desvantajosa.

A partir da comparação entre o mapa de uso e cobertura da terra e mapas de aptidão agrícola das terras é

possível identificar-se áreas de discrepância (Pinto et al. 1989). Por exemplo pode-se identificar áreas de solo fértil, com aptidão para agricultura, ocupadas por áreas urbanas.

Segundo Oliveira e Berg (1985) as classes de aptidão agrícola representam um agrupamento de terras cujo conjunto de qualidades e limitações lhes confere condições semelhantes de riscos de degradação e/ou aproveitamento.

O levantamento de dados de uso e cobertura da terra, informação importante como subsídio para planejamento, tem sido feito convencionalmente a partir do uso de fotografias aéreas e levantamento de campo. Estes métodos são dispendiosos em termos de tempo e recursos. Os dados de satélites, por sua vez, permitem a atualização das informações de uso da terra num curto espaço de tempo e a baixo custo.

O aumento da resolução espacial dos produtos orbitais de sensoriamento remoto bem como a maior disponibilidade de dados em função do número de plataformas orbitais atualmente em operação têm aumentado a possibilidade de se realizar estudos de monitoramento das variações dos alvos que ocorrem na superfície terrestre. Neste caso inclui-se o monitoramento das modificações que ocorrem na cobertura vegetal em função do uso da terra urbano e rural determinados pela atuação antrópica. Estes dados são de grande importância ao planejamento regional e local. Em países em que há pouca disponibilidade de documentação cartográfica precisa e atualizada em função de restrições econômicas, os dados obtidos de imagens de satélite podem constituir-se em instrumento útil para suprir a carência de dados básicos.

Neste contexto coloca-se este trabalho cujo objetivo é avaliar as discrepâncias de uso e ocupação das terras (uso atual versus aptidão agrícola das terras) usando técnicas de sensoriamento remoto (multisensor/multitemporal) e de integração de dados.

Para a realização do trabalho foi escolhida como área de estudo a região compreendida por trechos dos municípios de Araras, Conchal, Leme, Moji-Guaçu e Moji Mirim da Região Administrativa de Campinas no Estado de São Paulo, que apresenta grande peso econômico no Estado,

notadamente pela sua produção no setor primário. Esta região liderou o processo de modernização da agricultura paulista que ocorreu após a década de 60.

A região de estudo foi escolhida considerando-se também a grande variedade de usos da terra e a disponibilidade de informações básicas necessárias para o desenvolvimento do trabalho como, mapa de uso da terra relativo ao ano de 1978, mapa de solos e mapa de aptidão agrícola das terras na escala 1:100.000. Dispõe também de fotografias aéreas na escala 1:40.000 relativas ao ano de 1988 necessárias para o estabelecimento de padrões de interpretação dos dados de satélite bem como para checagem dos mapeamentos realizados usando imagens orbitais.

## 2 ÁREA DE ESTUDO

A área estudada localiza-se entre as coordenadas 22°10' e 22°20' de latitude sul e 47°00' e 47°25' de longitude oeste. Situa-se no Centro-Oeste do Estado de São Paulo abrangendo parcialmente os municípios de Araras, Conchal, Leme, Moji-Guaçu, Moji-Mirim. Cobre uma superfície de aproximadamente 343 Km<sup>2</sup>.

Quanto as características físicas a área apresenta relevo suave ondulado e aplainado nas planícies aluvionais.

A área apresenta-se, em sua maior parte, ocupada pelos solos latossolo vermelho-amarelo seguido do latossolo roxo e latossolo vermelho escuro. Descrição detalhada bem como a distribuição espacial dos solos da área encontram-se em Oliveira et al. (1982).

A área foi ocupada originalmente em toda a sua extensão pela mata tropical semi-decídua, cerrado, cerrado nas regiões de solos arenosos, e campos higrófilos nas planícies de inundação. Atualmente existem apenas pequenas manchas da vegetação primitiva que foi substituída por culturas da cana-de-açúcar, citrus, algodão, etc. Junto ao rio predominava a mata ciliar hoje restrita a pequenas faixas descontínuas.

Com relação ao clima a área apresenta segundo Oliveira et al. (1982) clima mesotérmico de inverno seco marcando com nitidez duas estações: uma seca de inverno que se estende de abril a setembro e outra chuvosa que vai de outubro a março. Apresenta temperaturas médias elevadas no verão (22°C) e valores mais baixos no inverno inferiores a (18°C). No período chuvoso, segundo Oliveira e Berg (1985) ocorre cerca de 80% da precipitação anual (1074mm) e no seco, apenas 20% que é aproximadamente 269mm (Estação pluviométrica de Pirassununga; período de 1941 a 1970).

O relevo e o solo permitem o desenvolvimento de atividades relacionadas à agricultura e a pastagem.

Atualmente a área é ocupada em sua maior extensão pelas culturas de cana-de-açúcar, citrus, e algodão. No setor leste o reflorestamento é a principal atividade, embora as culturas de citrus e cana-de-açúcar estejam avançando para aquela área. As pastagens artificiais ocorrem na região, mas apresentam pequena expressão em área.

Quanto aos aspectos sócio-econômicos e demográficos a área se insere na Região Administrativa de Campinas, segunda região mais populosa do Estado detendo cerca de 13% da população estadual.

Na década de 70 a 80, foi a única região do Estado em que o incremento populacional deveu-se mais ao crescimento migratório que vegetativo, o que reflete forte capacidade de atração populacional.

O grau de urbanização (relação entre a população urbana e a população total dos municípios) da região de Campinas em 1980 era de 83%, inferior ao das regiões de Santos, Metropolitana, São José dos Campos e Ribeirão Preto. As três primeiras com atividades produtoras eminentemente nos setores terciário e secundário. A última, assim como a região de Campinas, apresentava expressiva atividade no setor primário. Por esse motivo a região de Campinas detinha 19% da população rural do Estado.

A região de Campinas é a segunda região com maior participação no Valor Adicionado Total gerado pelo Estado (após a Região Metropolitana que detém mais de 50%).

De 1980 para 1988 sua participação passou de 13.85% para 17.73% o que indica um crescimento de seu papel na economia estadual, reflexo da política de interiorização do desenvolvimento paulista iniciado na década de 70.

Analisando-se a participação das regiões nos três setores da economia (valor da Produção do Setor Primário, valor da Transformação Industrial e receita do Comércio e Serviços) observa-se que a região de Campinas participa em segundo lugar em todos os setores, o que indica que seu peso econômico no Estado verifica-se em todos eles. Com 18,57% de produção no setor primário estadual, 15,75% da participação do valor da transformação industrial e 13,18% da receita do terciário é superada apenas pela região de Ribeirão Preto (22,50%), Metropolitana (62,67%) e Metropolitana (59,46%) respectivamente em cada setor.

No que concerne ao setor primário a região de Campinas acompanhou, e de certo modo liderou, o processo de modernização da agricultura paulista que ocorreu após a década de 60 e caracterizou-se, segundo o SEADE (1988):

- pela busca de padrões de qualidade e tecnológicos elevados, fundamentalmente através de maior utilização de insumos químicos, da mecanização e da melhoria dos insumos biológicos com a criação de novas variedades de plantas e raças de animais;
- pela fusão de capitais intersetoriais: industriais, agroindustriais e agrícolas, para a produção de determinadas mercadorias;
- pelo domínio da agricultura pela indústria para a agricultura (bens de produção e insumo), bem como pela indústria da agricultura (processadora de matérias primas);
- pela orientação geral deste processo pelo Estado, através de recursos financeiros, incluindo a liberação de créditos que beneficiariam principalmente as lavouras de café, cana-de-açúcar, soja, trigo, milho e arroz;
- pelo fortalecimento do mercado interno em função da crescente urbanização, que resultou na estimulação da diversificação da produção agrícola;

- pela postura de gerenciamento, próxima a do empresário industrial, exigida do produtor, devido à necessidade de decidir com desenvoltura assuntos ligados ao uso de insumos e equipamentos, ao crédito, às técnicas produtivas, à comercialização etc.

Os principais produtos de origem vegetal da região no contexto do Estado, segundo dados do IBGE de 1987 são a laranja (35%), cana-de-açúcar, (21%), café (14%). Quanto aos produtos de origem animal a região destaca-se pelo leite de vaca (21%), ovos de galinha (4%) e ovos de codorna (18%).

Especificamente, na área de estudo encontram-se os cultivos de cana-de-açúcar, citrus, algodão e reflorestamento (pinus e eucalipto).

### 3 PROCEDIMENTOS

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho foi feito inicialmente o levantamento do uso da terra e cobertura vegetal da área de estudo a partir da análise interpretativa de dados de sensoriamento remoto orbital relativos aos períodos de plantio e colheita do calendário agrícola da região.

Na realização do trabalho foram utilizadas Imagens (papel fotográfico) TM/Landsat (órbita 220 ponto 75D) referentes as passagens 27 de março de 1988, 01 de julho de 1988 e 08 de agosto de 1990 nas composições BGR 3/4/5, 2/3/4, e 3/4/5 respectivamente e dados digitais relativos a 28 de janeiro de 1990.

Utilizaram-se também Imagens Spot nos modos pancromático e multiespectral (papel fotográfico) referentes as passagens 03 de julho de 1988 e 03 de março de 1990 respectivamente.

Neste processo de análise foram utilizados os critérios convencionais de interpretação visual ajustados às características dos produtos TM/Landsat e HRV/Spot.

Os dados digitais foram utilizados complementarmente neste processo de interpretação. A esses dados foi aplicada a técnica de transformação Intensity, Hue, Saturation (IHS) como técnica de realce, visando obter-se a discriminação de áreas agrícolas ocupadas com culturas anuais, que não pôde ser realizada com os dados analógicos. A partir da aplicação desta técnica estas áreas apresentaram-se mais evidenciadas e foram extraídas e acrescentadas ao mapa de uso e cobertura da terra.

A seguir foi feita a comparação entre o mapa de uso da terra e cobertura vegetal e o mapa de aptidão agrícola das terras, elaborado pelo Instituto Agrônomo de Campinas-IAC (Oliveira e Berg, 1985), utilizando-se o Sistema de Informações Geográficas. O propósito era identificar a adequação da ocupação antrópica frente a aptidão agrícola das terras.

Para a análise de adequação de uso foram consideradas apenas as sete classes principais de aptidão agrícola não se considerando as clássicas subdivisões das mesmas.

A partir desta análise foi possível indicar as áreas com utilização superior ou inferior às prescritas pela aptidão agrícola das terras. Para este procedimento tomou-se como referência trabalho desenvolvido por Kurkdjian et alii (1992). Pretendeu-se com isto a obtenção de informações que possibilitassem tanto o melhor aproveitamento econômico da capacidade do terreno bem como sua conservação.

Neste trabalho o termo área de uso inadequado com utilização inferior à aptidão agrícola (subutilizada) é entendido como sendo referente aquelas terras com ocupação abaixo da sua capacidade comparando-se suas características edáficas ou fisiográficas, com as exigências das culturas presentes.

A área de uso inadequado com utilização superior a sua aptidão agrícola (superutilizada) refere-se à ocupação de áreas com características edáficas e fisiográficas inferiores àquelas exigidas pelas opções de uso implantadas e que apresentam riscos de conservação. Geralmente ocorrem em áreas com aptidão restrita e nula

segundo o mapa de aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo (1983).

Na abordagem adotada considerou-se que as classes I e II deveriam ser destinadas exclusivamente às culturas anuais, mais exigentes quanto as variáveis agronômicas.

Como a classe III apresenta aptidão regular para culturas anuais, o que se traduz numa relação custo/benefício alta quando estas terras são ocupadas por estas culturas, ou em sérios problemas de conservação do solo, considerou-se que elas podem apresentar ligeira inadequação face as suas limitações, especialmente de ordem edáfica, quando ocupadas por tais culturas o que implica em baixa produtividade. Também segundo Formaggio (1992), a ocupação desta classe por culturas temporárias apresenta baixa adequação de uso.

Assim no processo de reorganização do uso da terra na área de estudo considerou-se que estas terras poderiam ser adequadamente destinadas às culturas de ciclo longo.

Com relação a classe IV esta foi considerada mais adequada para pastagem e cultura de ciclo longo. Foi definida como subutilização a ocupação desta classe com atividades de silvicultura.

A classe V foi indicada para pastagem e silvicultura enquanto que a classe VI foi associada a esta última atividade.

#### 4 RESULTADOS

Como resultado da interpretação visual das imagens orbitais multisensores (TM/Landsat e HRV/Spot) e informações multi-temporais do sensor TM foi obtido o mapa de uso da terra e cobertura vegetal da área de estudo mostrado na Figura 1.



Fig. 1 - Classes de uso da terra da área de estudo obtidas a partir da interpretação de imagens orbitais.

Verifica-se pela análise do mapa e da Tabela 1 que a área de estudo apresenta-se, em sua maior parte, ocupada por culturas de exportação como cana-de-açúcar e citrus.

TABELA 1 - ÁREA OCUPADA PELAS DIFERENTES  
CLASSES DE USO DA TERRA

classes de uso da terra e cobertura vegetal	% de área ocupada
urbana	4,19
culturas anuais	19,87
cana-de-açúcar	31,63
citrus	19,78
pastagem	9,83
reflorestamento	10,58
mata	4,12

A comparação do mapa de uso da terra e cobertura vegetal obtido através do uso de imagens referentes a 1988 com a carta de utilização da terra do Estado de São Paulo do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo- 1980 (Folha Campinas SF 23 YA) mostra que não houve modificações significativas dos usos dominantes no período analisado. Continuam presentes na área as culturas de cana-de-açúcar, citrus, culturas anuais e reflorestamento.

A ocupação indevida da terra na área de estudo foi verificada a partir da comparação do mapa de uso atual com a carta de aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo (Quadrícula de Araras SF-23-Y-A-II). Este último documento define que a região apresenta áreas com aptidão segundo a Tabela 2.

Observa-se que na região predominam as classes I, II e III o que evidencia seu potencial agrícola (76,21%).

TABELA 2 - ÁREA OCUPADA PELAS DIFERENTES CLASSES DE APTIDÃO AGRÍCOLA

Classes de Aptidão Agrícola	Porcentagem de Ocupação
I	23,36
II	25,92
III	26,93
IV	13,63
V	6,05
VI	1,01
VII	1,24
Área Urbana	1,86

A distribuição espacial destas classes pode ser vista na Figura 2.

O confronto das informações cartográficas mostrado na Tabela 3 evidenciou que, embora adequadamente ocorrendo a presença de culturas anuais na classe I (Terras com aptidão boa para todos os usos agrícolas) 54,20% desta classe encontram-se subutilizados com culturas de cana-de-açúcar, laranja, pastagem, e área urbana com dominância da primeira.

A presença de cana-de-açúcar e citrus pode ser explicada pela política de exportação da produção agrícola, tradicionalmente assumida pelo país. A agricultura voltada para produtos comerciais na região atualmente (laranja e cana-de-açúcar) deixou para segundo plano a produção de alimentos para consumo interno.

Outro aspecto a ser analisado para esta classe é que a expansão urbana de Leme no período analisado, embora em pequenas proporções, já atingiu esta classe (0,27%).

A ocupação racional das terras da classe I deveria estimular a produção de alimentos, atividade mais exigente em relação a usos alternativos quanto aos fatores físicos e químicos do solo, declividade do terreno e clima.

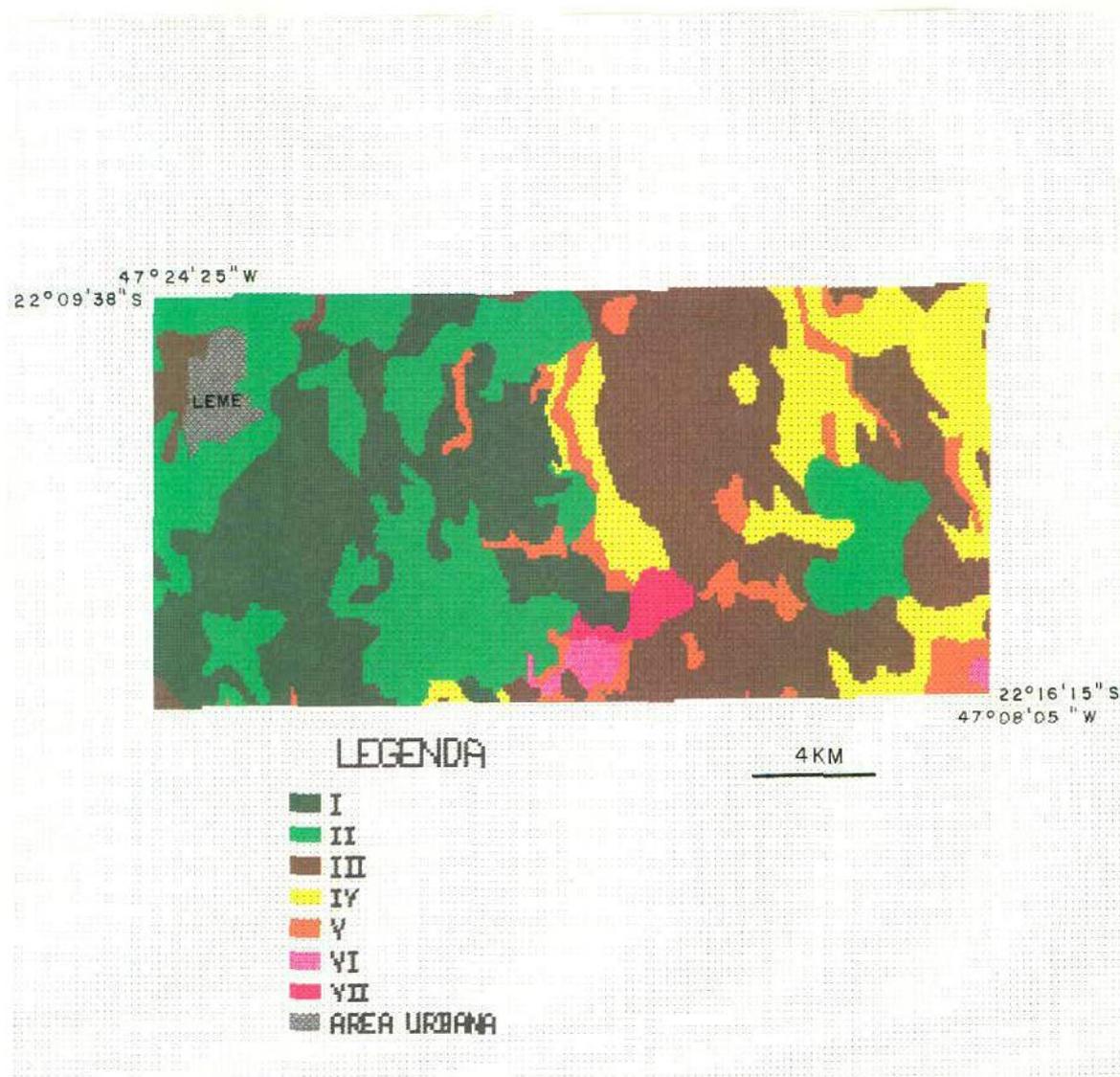


Fig. 2 - Distribuição das classes de aptidão agrícola da terras na área de estudo.

FONTE: IAC, 1985.

TABELA 3 - PORCENTAGEM DE ÁREAS INADEQUADAMENTE OCUPADAS:  
USO ABAIXO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS  
(ÁREAS SUBUTILIZADAS)

classes de aptidão/classe de uso da terra	% de Ocupação
I/área urbana	0,27
I/cana-de-açúcar	43,48
I/citrus	6,23
I/pastagem	4,22
II/urbana	5,19
II/cana-de-açúcar	38,89
II/citrus	16,33
II/pastagem	5,18
II/reflorestamento	1,77
III/pastagem	9,10
III/reflorestamento	20,44
IV/reflorestamento	27,48

No que se refere a classe II (terras com aptidão satisfatória para culturas anuais e boa para cultura de ciclo longo, pastagens e reflorestamento) considerou-se como subutilização a ocupação destas áreas por culturas semi-perenes, perenes, pastagem, área urbana e reflorestamento uma vez que a correção de suas limitações para culturas anuais é de fácil execução e de custo relativamente pouco elevado, permitindo uma relação custo/benefício significativamente baixa. Assim sendo foram consideradas subutilizadas as áreas ocupadas com cana-de-açúcar, citrus, pastagem, área urbana e reflorestamento em menor proporção (Tabela 3) perfazendo 67,36% da área desta classe.

A expansão urbana no período de análise, embora já tenha atingido a classe I, ocorreu predominantemente na classe II (5,19%). Considerou-se, portanto, o uso urbano na classe II como subutilização, pois nas áreas com aptidão para culturas deve ser incentivada a intensificação da produção de alimentos.

Embora o mapa de aptidão agrícola defina a classe III como "terras com aptidão regular para culturas anuais e boa para culturas de ciclo longo, pastagem, e reflorestamento" considerou-se neste trabalho que a ocupação destas terras com, reflorestamento ou pastagem seria uma subutilização das mesmas. Pela comparação entre

os mapas de uso e de aptidão das terras verificou-se que grande extensão desta classe é ocupada por reflorestamento (20,44%) seguida da classe pastagem (9,10%).

Considerando-se que a classe IV "restrita para culturas anuais e moderada para culturas de ciclo longo, pastagem, reflorestamento" não apresenta aptidão boa ou satisfatória para qualquer uso, e que a experiência de outros trabalhos como Kurkdjian et al. (1992) indica que esta classe, com manejo adequado, pode ser utilizada por culturas de ciclo longo e pastagem sendo subutilizada quando ocupada por reflorestamento, optou-se por este último critério. Assim a maior subutilização da classe IV encontra-se associada a silvicultura (27,48%).

Computando-se todas as áreas consideradas como subutilizadas verifica-se que estas ocupam aproximadamente 42% da área de estudo com 343 km<sup>2</sup>. A Figura 3 mostra a distribuição destas áreas na região de estudo.

Outro tipo de discrepância entre uso da terra e aptidão agrícola possível de ocorrer refere-se a ocupação de áreas por usos mais intensivos que os recomendados.

A Tabela 4 mostra a porcentagem de áreas ocupadas inadequadamente em cada classe de aptidão agrícola das terras.

Como superutilização ocorrida na área de estudo tem-se que 7,09% e 6,47% da área das classes IV e V respectivamente encontram-se ocupadas com culturas anuais. As classes IV e V correspondem a terras com aptidão restrita para este uso e neste caso a natureza da discrepância é mais problemática que aquela relativa a este uso na classe III, embora sua expressão em área seja menor.

A classe V apresentou além da ocorrência de culturas anuais, a presença de cana-de-açúcar e citrus como superutilização.

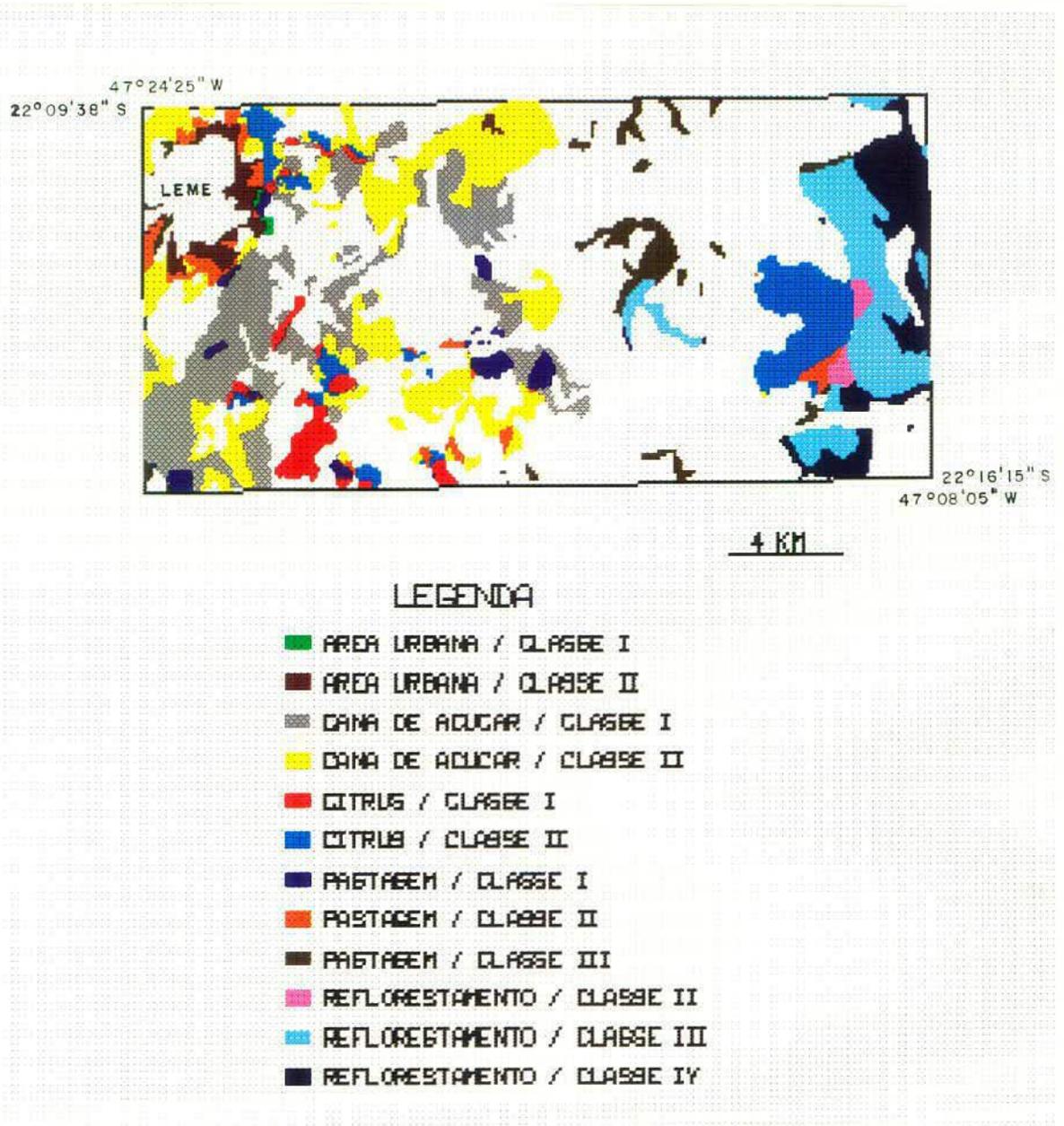


Fig. 3 - Áreas inadequadamente ocupadas: utilização abaixo da aptidão agrícola das terras.

Na classe VI o uso mais intensivo que o recomendado ocorreu com relação as áreas ocupadas com cana-de-açúcar (64,74%) seguida de pastagem (20,23%). Esta ocorrência entretanto é pequena associada à pouca representatividade espacial desta classe na área de estudo.

TABELA 4 - PORCENTAGEM DE ÁREAS INADEQUADAMENTE OCUPADAS:  
USO ACIMA DA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS  
(ÁREAS SUPERUTILIZADAS)

Classes de aptidão/Classes de uso da terra	% de Ocupação
IV/culturas anuais	7,09
V/culturas anuais	6,47
V/cana-de-açúcar	48,98
V/citrus	10,97
VI/cana-de-açúcar	64,74
VI/citrus	5,20
VI/pastagem	20,23
VII/cana-de-açúcar	35,29
VII/pastagem	6,12

Na classe VII, considerada restrita para os usos analisados na área de estudo, ocorreu a presença de cana-de-açúcar (35,29%) e pastagem (6,12%). Embora pouco expressiva espacialmente na área de estudo o uso continuado das áreas restritas deverá trazer sérios problemas de conservação do solo, conforme já apontados por Formaggio et al. (1992). Há necessidade de se realizar uma avaliação mais profunda destas áreas para que sejam preservadas em função do que lhe é definido no mapa de aptidão agrícola das terras.

Considerando-se as áreas superutilizadas como um todo verifica-se que estas ocupam 6% da área de estudo. Espacialmente estas áreas encontram-se distribuídas conforme a Figura 4.

A partir do estudo realizado verificou-se que aproximadamente 48% da área de estudo encontra-se com ocupação inadequada, informação importante para planejadores que têm como objetivo uma ocupação mais racional de uma área.

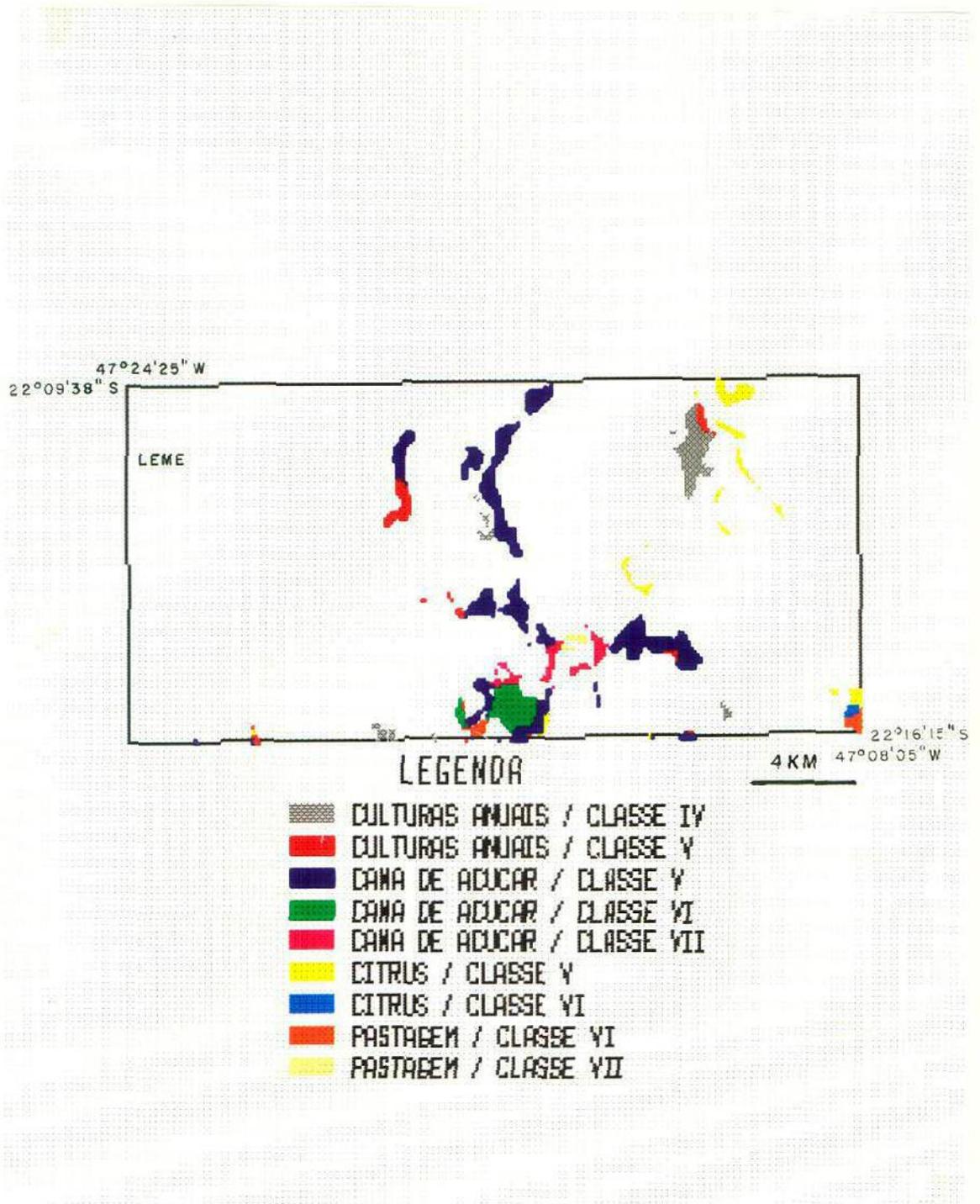


Fig. 4 - Áreas inadequadamente ocupadas: utilização acima da aptidão agrícola das terras.

As imagens multiespectrais de satélite obtidas em diferentes épocas (multitemporais) constituem ferramenta hábil para a atualização do uso da terra e cobertura vegetal de uma área. As informações obtidas a partir da análise interpretativa destas imagens subsidiam a obtenção e atualização de documentação cartográfica temática ao nível de semi detalhe.

Por outro lado, a integração de informações multitemáticas pode ser conduzida e otimizada com a utilização de Sistemas Geográficos de Informação. A otimização mencionada refere-se à maior eficiência na consecução dos objetivos propostos, principalmente se se pretende um trabalho periódico. No caso deste trabalho realizou-se, a comparação entre dados de uso atual da terra e de aptidão agrícola através de um Sistema de Informações Geográficas, possibilitando a indicação de áreas de discrepância de ocupação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Formaggio, A.R.; Alves, D.S.; Epiphânio, J.C.N. Sistemas de Informação Geográfica na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 16:249-256, 1992.
- Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) A interiorização do desenvolvimento econômico no Estado de São Paulo (1920 a 1980). São Paulo, 1988. (Coleção Economia Paulista, V.1, nº1).
- Kurkdjian, M.L.N.O.; Valério Filho, M.; Veneziani, P.; Pereira, M.N.; Florenzano, T. G.; Anjos, C.E.; Ohara, T.; Donzeli, P.L.; Abdon, M.M.; Sausen, T.M.; Pinto, S.A.F.; Bertoldo, M.A.; Blanco J.G.; Czorda, S.M. Macrozoneamento da região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo. São José dos Campos, INPE, 1992, 205 p. (INPE 5381-PRP/165).
- Leonard, J.H. Meio ambiente e pobreza. Estratégias de desenvolvimento para uma agenda comum. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1992. 255p.
- Oliveira, J.B.; Van Den Berg, M. Aptidão Agrícola das terras do Estado de São Paulo: quadricula de Araras. Campinas, Instituto Agrônomo, 1985. 60 p. (Boletim Técnico, 102).
- Oliveira, J.B.; Menk, J.R.F.; Barbieri, J.L.; Rota, C.L.; Tremacoldi, W. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadricula de Araras. Campinas, Instituto Agrônomo, 1982. 180 p. (Boletim técnico, 71).
- Pinto, S.A.F.; Valério Filho, M.; Garcia, G.J. Utilização de imagens TM/Landsat na análise comparativa entre dados de uso da terra e de aptidão agrícola. R. Bras. Ci. Solo, 13: 101-110, 1989.

**PUBLICAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS  
EDITADAS PELO INPE**

**RELATÓRIOS DE PESQUISA**

- Reportam resultados de pesquisa tanto de natureza técnica quanto científica.

**NOTAS TÉCNICO-CIENTÍFICAS**

- Incluem resultados preliminares de pesquisa, descrição de equipamentos, software, sistemas e experimentos, apresentação de testes, dados e atlas, e documentação de projetos de engenharia.

**MANUAIS TÉCNICOS**

- Descrevem normas, procedimentos, instruções e orientações.

**PUBLICAÇÕES DIDÁTICAS**

- Apostilas, notas de aula e manuais didáticos.

**TESES E DISSERTAÇÕES**

- Teses e Dissertações apresentadas nos Cursos de Pós-Graduação do INPE.

**PUBLICAÇÕES SERIADAS**

- Periódicos Técnico-científicos: Boletim de Sensoriamento Remoto, Climanálise: Boletim de Monitoramento e Análise Climática.
- Anais de Eventos