

MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS E USO ADEQUADO DAS TERRAS:  
UMA ABORDAGEM USANDO SGI E IMAGENS DE SATÉLITE

Getúlio Vargas de Assunção  
Antonio Roberto Formaggio  
Diógenes Salas Alves  
Instituto de Pesquisas Espaciais  
Ministério da Ciência e Tecnologia  
Caixa Postal 515, 12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

O presente trabalho visa apresentar uma metodologia em desenvolvimento para auxiliar na confecção de mapas de aptidão agrícola das terras a partir de cartas topográficas, dados e mapas obtidos nos levantamentos pedológicos, utilizando um Sistema de Informações Geográficas (SGI) além de verificar o uso atual da terra em cada classe de aptidão agrícola obtida, visando detectar áreas agrícolas de risco, devido ao uso inadequado. Para isto estão sendo utilizadas imagens do TM/LANDSAT que cobrem a área de estudo (região de Leme-SP), cartas topográficas, mapas e dados do levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadricula de Araras (escala 1:100.000) e o Sistema de Informações Geográficas (SGI) em desenvolvimento no INPE. A metodologia consiste na digitalização e posterior sobreposição das cartas, mapas e dados acima referidos no SGI, obtendo-se um mapa de aptidão agrícola das terras. Combinando o resultado obtido com imagens de satélite, pretende-se verificar o uso atual de cada classe de aptidão agrícola obtida, observando o seu uso adequado ou não. Serão apresentados resultados preliminares obtidos até o momento.

ABSTRACT

The objective of this paper is to present a developing methodology that uses Geographic Information Systems (GIS): 1) to aid the making of land suitability maps through the use of topographic maps and data/maps of soil surveys; and 2) to verify the actual land use in each obtained land suitability class with the purpose of detecting agricultural areas with inadequate land use. TM/LANDSAT imagery, topographic maps and soil survey data of the study area (22°00'-22°15'S and 47°15'-47°30'W) and the GIS developed at INPE are been used in this work. The methodology consists on the digitization and superposition of those data using the GIS/INPE and obtaining as a result, the land suitability map of the study area. This map will be combined with a land use map obtained with the TM/LANDSAT imagery with the objective of verifying the appropriate use of the suitability classes obtained. Preliminary results will be presented.

1. INTRODUÇÃO

Ao se utilizar de determinada área com fins agrícolas, várias técnicas devem ser empregadas para prolongar e até mesmo aumentar a sua capacidade produtiva e para evitar a ocorrência de sérios danos aos solos.

É frequente, para aqueles que convivem rotineiramente com a agricultura, depararem-se com áreas praticamente irre recuperáveis em decorrência do uso incorreto, acarretando sérios prejuízos tanto para o agricultor quanto para o meio ambiente.

Um dos meios para se evitar o que foi exposto seria o planejamento adequado do uso da terra que requer, entre outras informações, aquelas relacionadas com o meio físico, sobretudo as concernentes à aptidão agrícola das terras.

A determinação da aptidão agrícola das terras de uma área é feita através da integração de uma série de dados (declividade, erodibilidade, profundidade efetiva, etc.), denominados *fatores limitantes*, os quais são obtidos para cada tipo de solo desta área. Atualmente, a integração destes dados visando a obtenção de mapas de aptidão agrícola é feita de forma convencional, através de processos manuais.

Sistemas de informação geográfica (SIG) e, em particular, sistemas para integração de dados têm apresentado grande evolução nos últimos anos e diversos métodos são conhecidos para a produção de mapas temáticos com o auxílio de computador.

As metodologias utilizadas visam substituir o processo convencional de elaboração de mapas, permitindo automatizar a análise e a combinação de dados e proporcionando economias de custo e de tempo, além de melhorar a qualidade do trabalho.

Com a preocupação de prover ferramentas para a área de Sensoriamento Remoto, o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) criou o sistema de informações geográficas SGI. O SGI é um banco de dados não convencional que permite adquirir, combinar, analisar e reproduzir informações codificadas espacialmente.

O presente trabalho apresenta uma proposta de metodologia para: 1) elaboração de mapas de aptidão agrícola, utilizando o sistema SGI, obtidos a partir da integração de dados provenientes de cartas topográficas e de levantamentos pedológicos e, 2) avaliação do uso atual da terra para cada classe de aptidão, visando detectar áreas agrícolas de risco devido ao uso inadequado.

## 2. MATERIAL

### 2.1 - A APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

A metodologia inicial de classificação da aptidão agrícola das terras, no Brasil, foi proposta por Bennema et al. (1964) como uma evolução dos trabalhos sistemáticos sobre interpretação de levantamentos de solos, tendo sido posteriormente, adotada pela FAO e por vários países.

Basicamente as metodologias de classificação da aptidão agrícola das terras consideram os níveis de manejo, os fatores limitantes além dos graus de limitação de cada fator, para chegar às diferentes classes de aptidão.

Ramalho et al. (1978) afirmam que os níveis de manejo para o caso da classificação de terras no sistema de aptidão agrícola, levam em consideração a diversidade de tipos de exploração agrícola e as disparidades regionais de emprego de tecnologia e de capital ocorrentes no Brasil, e são três: o nível A ou primitivo, o nível B ou semidesenvolvido e o nível C ou desenvolvido.

Quanto aos fatores limitantes, normalmente as unidades de mapeamento não possuem todas as condições do solo tidas como ideais; ao contrário, geralmente apresentam uma ou mais condições que delas se afastam. Estes desvios da condição ideal constituem-se em fatores limitantes para o uso e manejo agrícolas. Obviamente, quanto maior o afastamento, maior será o seu grau de limitação.

Com base nestes critérios são obtidas as classes de aptidão agrícola, sendo que cada classe representa um agrupamento de terras cujo conjunto de qualidades e de limitações lhes confere condições semelhantes de riscos de degradação e/ou de aproveitamento.

Cabe salientar que ao definir as classes de aptidão agrícola de uma área, deve-se considerar não apenas os fatores edáficos e físico

gráficos como também o tipo de cultura a ser implantada.

### 2. O SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA SGI

Sistemas de Informação Geográfica (Marble, 1984) são ferramentas utilizadas na integração e análise de dados de diferentes fontes, tais como imagens de satélite, mapas topográficos, limites de propriedades, dados de censo, etc. De uma maneira geral, a aquisição de dados pode ser realizada através de mesas digitalizadoras, tabelas de dados, fitas magnéticas, etc. Para possibilitar a comparação e análise, os dados devem estar todos no mesmo referencial geográfico. O diagrama da Figura 1 ilustra os principais componentes e funções de um SIG.

O sistema SGI (Erthal et al. 1987) é um sistema de baixo custo, baseado em microcomputadores de 16 bits e que utiliza, para o tratamento de imagens, o sistema SITIM, também desenvolvido no INPE, que permite manipular até 4 planos de 1024x1024x8 bits (Mendes et al., 1985).

No SGI, os dados que correspondem a uma região de estudo são agrupados num PROJETO. Dentro do projeto, os dados de tipos diferentes, por exemplo, a altimetria, os tipos de solo e os limites de propriedade, são armazenados em PLANOS DE INFORMAÇÃO (PI) separados. O sistema permite combinar dados vetoriais e de varredura, derivar um dado a partir de outro (por exemplo, a declividade pode ser obtida a partir da altimetria) e sobrepor planos de informação diferentes para obter uma nova informação resultante das originais (ver figura 2).

### 2.3 - ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo tem uma dimensão de 20x20km (Figura 3) localizando-se na região centro-oeste do Estado de São Paulo, entre 22°00'-22°15'S e 47°15'-47°30'W. Esta área foi escolhida em função da existência de imagens de satélite obtidas em várias datas e por distintos sensores, do levantamento pedológico semidetalhado (Oliveira et al., 1982) e principalmente do memorial descritivo e do mapa de aptidão agrícola das terras (Oliveira e Berg, 1985), os quais servirão de verdade terrestre para verificar se a metodologia empregada é válida para os objetivos propostos.

O relevo predominante na área de estudo é o suave a suave ondulado, com declives geralmente menores que 5%, sendo que uma pequena parte atinge 20 a 30%.

Os solos segundo Oliveira e Berg (1985), apesar dos testemunhos comuns de retrabalhamento subatual, apresentam relações estreitas com o substrato. Assim, as intrusivas básicas forneceram o material para o desenvolvimento dos Latossolos Roxos e, parcialmente, dos Latossolos Vermelho-Escuros; os arenitos da formação Botucatu-Pirambóia, aos solos de textura grosseira, compreendendo parte dos Latossolos, parte dos Podzólicos Vermelho-Amarelos e

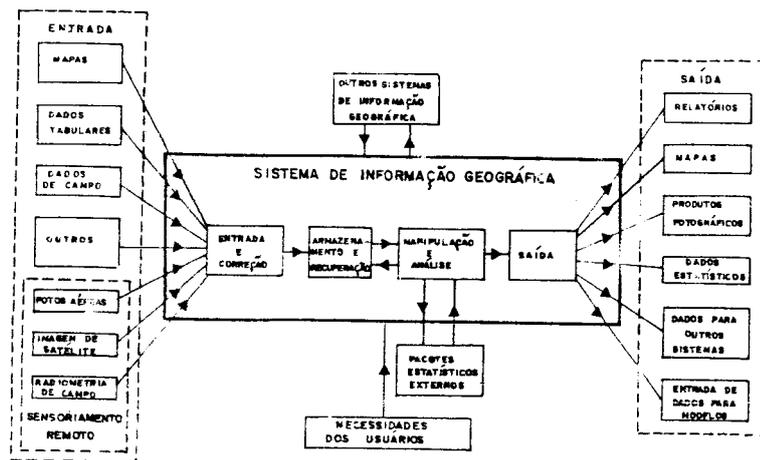


Fig. 1 - Principais componentes de Sistemas de Informações Geográficas.

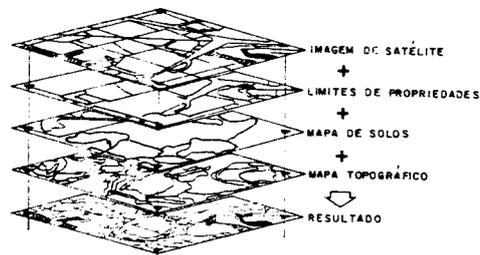


Fig. 2 - Exemplo de sobreposição de planos de informação.

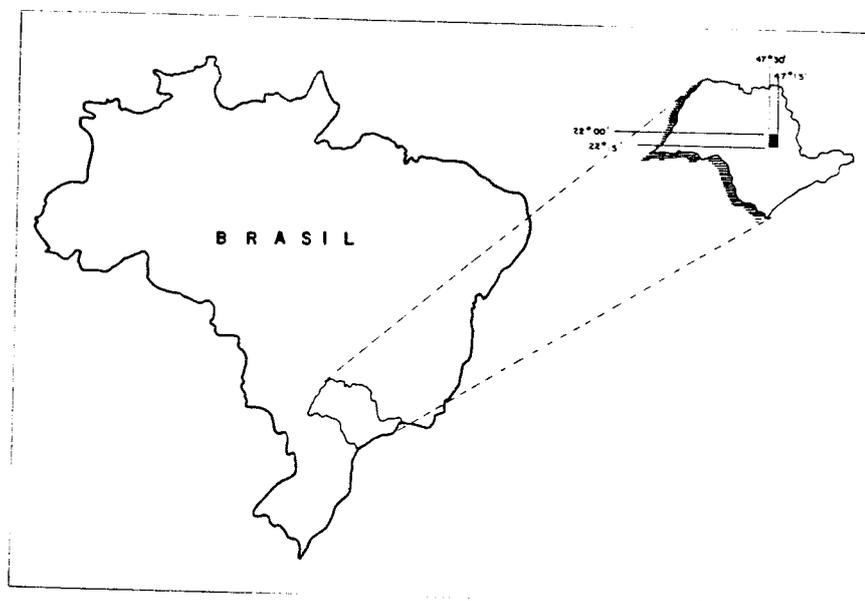


Fig. 3 - Localização da área de estudo.

as Areias Quartzosas; os sedimentos finos do permocarbonífero, por sua vez, contribuíram à gênese dos Latossolos e Podzólicos Vermelho-Amarelos de textura argilosa e, finalmente, os sedimentos recentes das planícies aluvionais aos Solo Hidromórficos e Cambissolos de terras.

Em decorrência do relevo pouco movimentado e da qualidade das terras, a área é intensamente utilizada na Agricultura, destacando-se o cultivo da cana-de-açúcar, do Citrus, do algodão, do café e de culturas anuais; pastagens e reflorestamento ocupam as áreas mais movimentadas e por isso menos adequadas à agricultura.

### 3.1 - AQUISIÇÃO DE DADOS

Para a realização deste trabalho foram selecionadas as seguintes fontes de dados:

- Relatório e mapa do levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de Araras (Oliveira et al., 1982);
- Carta topográfica de número SF-23-Y-A-II-1 (LEME) na escala 1:50.000;
- Imagens de satélite (TM/LANDSAT e/ou SPOT) em papel e em fita CCT;
- Memorial descritivo e mapa de aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo: quadrícula de Araras (Oliveira e Berg, 1985).

### 3.2 - INTRODUÇÃO DOS DADOS NO SGI

A partir das fontes acima, devem ser extraídas informações e digitalizados os temas solo e curvas de nível (relevo) em planos de informação distintos. Deverão ser digitalizados também os temas que correspondem aos seguintes fatores limitantes, encontrados na Quadrícula de Araras:

- Disponibilidade de água na zona de enraizamento;
- Erodibilidade;
- Fixação de fósforo;
- Disponibilidade de nutrientes;

- Toxicidade em alumínio;
- Mecanização agrícola;
- Profundidade efetiva; e
- Drenagem interna.

Adicionalmente, o uso atual do solo é obtido da interpretação de imagens de satélite, introduzidas no sistema através de fita CCT ou outro meio disponível.

Todas as informações com relação aos fatores limitantes de cada tipo de solo podem ser extraídas, por pessoas experientes, através da interpretação dos dados do levantamento pedológico (Oliveira et al., 1982) e com o auxílio de verificação de campo. Por não ser objetivo do presente trabalho e para que se possam comparar os resultados obtidos via SGI com a verdade terrestre, a fase de interpretação do levantamento pedológico propriamente dita não será efetuada, utilizando-se as interpretações de Oliveira e Berg (1985), as quais fornecem as informações necessárias para a criação dos PI's referentes aos fatores limitantes e graus de limitação.

### 3.3 - INTEGRAÇÃO DE DADOS - PRIMEIRA FASE

A integração dos dados pelo SGI é dividida em duas fases: na primeira, os temas iniciais são combinados e um mapa de aptidão de terras é derivado. Na segunda fase, esse resultado é combinado com o uso atual da terra, obtido através de imagem de satélite.

Para a obtenção do mapa de aptidão agrícola devem ser efetuados diversos tratamentos dos dados iniciais:

- Derivação das classes de declividade a partir das curvas de nível inicialmente digitalizadas;
- Integração dos dados dos planos de informação (PI) que contêm os temas solo e classes de declividade, gerando um novo PI em que as classes de solos estarão subdivididas em função da declividade;
- Integração deste novo plano de informação obtido com os PI's que contêm os fatores li

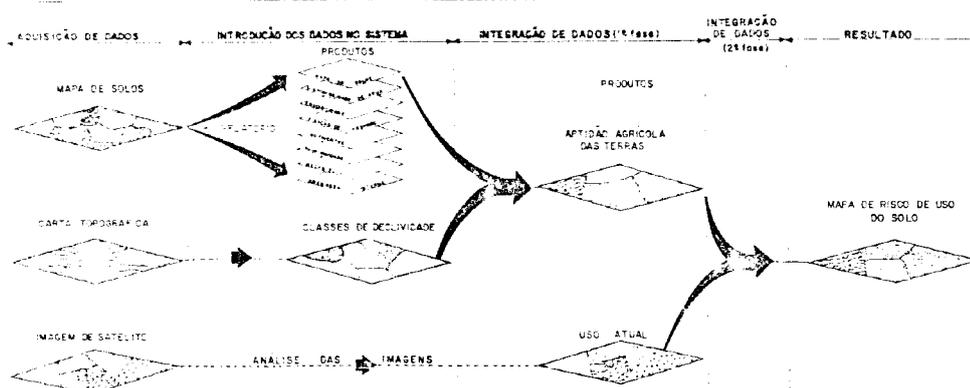


Fig. 4 - Fluxograma das diferentes etapas da metodologia proposta.

mitantes dos solos. Esta integração irá gerar um plano de informação, o qual, depois de interpretado, resultará no mapa de aptidão agrícola das terras para a região de estudo.

O resultado obtido deverá ser comparado com o mapa confeccionado por Oliveira e Berg (1985) verificando-se assim a qualidade do produto gerado pela metodologia proposta e apontando alternativas para possíveis melhorias nos resultados.

#### 3.4 - ANÁLISE DAS IMAGENS DE SATÉLITE

Nesta etapa, com base na metodologia utilizada por Covre et al. (1987), será feita uma interpretação das imagens de satélite que cobrem a área de estudo, visando extrair informações do uso agrícola, pastoril e florestal da área. Com estes dados será confeccionado um mapa de uso atual do solo o qual será digitalizado vindo a constituir um novo plano de informação (PI).

#### 3.5 - INTEGRAÇÃO DE DADOS - SEGUNDA FASE

Nesta etapa será feita a integração dos PI's "mapa de uso atual do solo" e "mapa de aptidão agrícola das terras", gerando como resultado final um mapa com áreas de risco de degradação devido ao uso e manejo inadequados.

#### 3.6 - VERIFICAÇÃO DE CAMPO

Será feito um trabalho de campo com o objetivo de verificar a qualidade dos dados utilizados nas diversas etapas ou seja: a) se a interpretação das imagens de satélite foi correta, e; b) se as classes de aptidão agrícola obtidas correspondem à realidade do campo. Ao mesmo tempo deverá ser comprovado se as áreas com limitações de uso estão sendo utilizadas adequadamente e se as práticas de conservação do solo estão sendo corretamente empregadas de acordo com as classes de aptidão.

#### 3.7 - RELATÓRIO

Após a execução do trabalho, será confeccionado um relatório final, onde serão comentados a metodologia, os problemas encontrados e os resultados alcançados no projeto.

### 4. RESULTADOS ESPERADOS

Ao final deste trabalho pretende-se:

- avaliar as potencialidades do sistema SGI na integração de dados de sensoriamento remoto com dados de outros tipos;
- obter uma metodologia visando auxiliar na confecção de mapas de aptidão agrícola das terras utilizando o SGI;
- obter uma metodologia para, utilizando dados de satélite e mapas de aptidão agrícola das terras integrados no SGI, verificar áreas agrícolas com risco de degradação, devido ao uso inadequado.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENNEMA, J.; BEEK, K.J.; CAMARGO, M. - Um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para "Levantamentos de reconhecimento de solos". Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo. 1964. 60 p.
- COVRE, M.; VEIGA, C.B.S.; MORGADO, M.; SANTOS, R.; RODRIGUES, R.L.V.; FARIA, K.; MENDONÇA, F.J.; GEWANDSZNADJER, F. - O impacto da produção canavieira no desenvolvimento dos municípios de Araras, Leme, Santa Cruz da Conceição e Pirassununga. In: *Encontro Nacional de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Urbano*. 1ª, Campos do Jordão, 1987, *Anais*. v. 1, p. 114-130.
- MARBLE, D.F. - Geographic Information Systems: an overview. In: *PECORA Symposium on Spatial Information Technologies for Remote Sensing Today and Tomorrow*, 9., Sioux Falls, 1984. *Anais*. p. 18-24.
- ERTHAL, G.J.; ALVES, D.S.; CÂMARA, G.; - Modelo de dados geo-relacional: Uma visão conceitual de um Sistema Geográfico de Informações. In: *I Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens*, 19 e 20 de abril de 1988, Petrópolis, RJ.
- MENDES, C.; GARRIDO, J.; CÂMARA, G.; SOUZA, R. Evolução da família de sistemas de tratamento de imagens do INPE. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 4ª, Gramado, 1986. (no prelo).
- OLIVEIRA, J.B.; MENK, J.R.F.; BARBIERI, J.L.; ROTA, C.L.; TREMOCOLDI, W. - *Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de Araras*. Campinas, SP, Instituto Agrônomo, 1982. (Boletim Técnico do Instituto Agrônomo).
- OLIVEIRA, J.B.; BERG, M. van den - *Aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo: quadrícula de Araras*. Campinas, SP, Instituto Agrônomo, 1985. (Boletim Técnico nº 102).
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E.G.; BEEK, K.J. - *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. Brasília, DF, SUPLAN/EMBRAPA, 1978. 70 p.