IMAGENS TM/LANDSAT APLICADAS AO PLANEJAMENTO DA AGRICULTURA IRRIGADA

Marcos Covre
Fundação de Ciências, Aplicações e Tecnologias Espaciais - FUNCATE
Av. Dr. João Guilhermino, 479-110 and.-12.200-São José dos Campos, SP, Brasil

Mario Valério Filho
Ricardo L. V. Rodrigues
Ari Délcio Cavedon

RESUMO
Este trabalho, apresenta os resultados do convênio realizado entre o Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE e o Programa Nacional de Irrigação - PRONI, onde utilizando-se imagens do sensor TM/ LANDSAT-5, procedeu-se ao mapeamento das áreas de concentrações agrícolas em toda a região Centro Sul do Brasil, através do emprego de técnicas de interpretação visual. Foram gerados 25 mapas temáticos na escala 1:1000.000 contendo a distribuição das classes de concentrações agrícolas e informações regionais relevantes.

ABSTRACT
This report presents the results of the contract between INPE and PRONI, where, by use of Thematic Mapper/LANDSAT-5 images, was mapped crop concentrations classes in Centro Sul Brazilian's region, with employment of visual interpretation techniques.

Was produced 25 thematic maps in scale 1:1000.000, displaying geographic distribution of crop concentrations classes and relevant regional informations.

1. INTRODUÇÃO
O Programa Nacional de Irrigação - PRONI, tem como objetivo fundamental "o aumento, através da irrigação, dos níveis de produção e produtividade agrícolas, visando reduzir o déficit de alimentos e contribuir para as políticas de melhoria do abastecimento e controle da inflação" (PRONI-1986).

Assim, sendo, de acordo com a proposta básica do Programa, a implementação deste começará pela definição das áreas prioritárias, as quais serão de determinadas em função do seu potencial para implantação da agricultura irrigada.

Para o alcance desta meta é necessário o conhecimento da distribuição espacial das áreas de concentração da atividade agrícola para otimizar a seleção das "áreas prioritárias".

Neste sentido, os satélites de recursos naturais, da série LANDSAT, constituem uma ferramenta auxiliar para o levantamento e monitoramento do uso e da ocupação da terra, proporcionando informações atuais, conforme afirma Hay (1974), justificando que isto é possível face às características multispectrais de repetitividade e à visão sinótica proporcionadas pelas imagens orbitais.


Assim sendo, para a obtenção das informações sobre as áreas de concentração de atividades agrícolas foi firmado convênio entre o Programa Nacional de Irrigação - PRONI, o Ministério dos Transportes e o Ministério da ciência e Tecnologia - MCT, para que através do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, com a interveniência da Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE, fosse executado o levantamento e a cartografia das áreas de concentração de atividades agrícolas, com apoio de imagens orbitais fornecidas pelo sensor TM do satélite americano LANDSAT - 5.

Este mapeamento das áreas de concentração de atividades agrícolas foi realizado para as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil.

A apresentação final dos mapas temáticos foi na escala de 1:1.000.000, escala esta compatível com os mapas exploratórios de solo e de uso potencial, o
riundos do Projeto Radambrasil, o que possibilitará ao PRONI, obter informações conjugadas que permitirão, em uma primeira análise, a seleção das áreas potenciais as quais, através de estudos mais detalhados, indicarão as áreas prioritárias para implantação da agricultura irrigada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Localização e Descrição Geral da Área de Estudo

Situada entre os paralelos 4º e 34º de latitude sul, o meridiano 66º W a oeste e o Oceano Atlântico a leste, a área de estudo, abrange as regiões Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo), Sul (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) e o estado de Rondônia, num total de 3.597.508 Km² distribuídos em 25 cartas topográficas do Brasil ao milionésimo.

Fig. 2.1 - Situação geográfica da área de estudo.

De modo geral, o clima varia desde o tropical úmido com curta estação seca (Am, segundo Koppen) até o subtropical úmido sem estação seca (Cfa e Cfb - segundo Koppen) englobando sete (7) diferentes tipos climáticos (Brasil - 1969).

Envolve partes das Bacias Amazônica e do São Francisco e, na totalidade, as Bacias do Tocantins/Araguaia, Paraguai, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Paraná e Uruguaí.

A fitofisionomia é extremamente diversificada constituindo-se desde os mínios florestais da Região Amazônica, passando pelas Savanas (Cerrado) na região Centro-Oeste, envolvendo Florestas Litorâneas e de Planalto no Sul, Sudeste, até os Campos e Pradarias no Rio Grande do Sul.

Uma descrição mais sucinta das características físicas da área de estudo é mostrada no item 2.2.

Na área de trabalho, localizam-se aproximadamente 68,4 milhões de hectares de terras com potencial edáfico para a produção de grãos (PRONI-1986) ou seja, 87% do total de terras potenciais do país (fig. 2.2).

Fig. 2.2 - Terras com potencial edáfico para a produção de grãos.

A área representa também a maior expressão das lavouras temporárias, englobando áreas tradicionais (Paraná, Rio Grande do Sul), bem como áreas de expansão da fronteira agrícola (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, etc.), tendo o PRONI metas de implementar, nestas regiões, até 1990, 1.839.000 hectares de áreas irrigadas nos seus 3 (três) subprogramas.

2.2 - Material

2.2.1 - O Sistema LANDSAT

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas imagens do sensor TM ("Thematic Mapper") do satélite LANDSAT-5, na escala 1:500.000 em papel preto e branco, nas bandas 3 e 4.

O satélite americano LANDSAT-5 (de uma série de satélites de recursos naturais lançados pelo Nasa), opera em uma
órbita geocêntrica, a uma altitude nominal de 705 km, cruzando o equador a cada 100 minutos, fornecendo assim uma repetitividade de dezesseis (16) dias para imagemamento de um mesmo ponto na superfície da terra; carrega, a bordo, o sensor "Thematic Mapper" (TM), primeiro de uma geração de sensores definidos como mapeadores, apresentando características superiores ao seu antecessor, o "Multiespectral Scanner Subsistem" (MSS), no que concerne às resoluções espectral, espacial e temporal, ou seja:

- Os intervalos espectrais (bandas) são mais estreitos permitindo a coleta de dados em sete (07) regiões espectrais diferentes.

- A resolução espacial na parte refletida do espectro eletromagnético (visível e infravermelho) é de 30 metros no terreno (Elemento de Resolução no Terreno - ERT : 30m x 30m).

- A resolução radiométrica é de 256 níveis de quantização, enquanto no MSS é de 64 e 128.

Os dados contidos nas imagens, na forma de níveis de cinza, são proporcionais à interação da energia eletromagnética com os alvos da superfície, em intervalos do espectro eletromagnético, as chamadas bandas do sensor TM.

No presente trabalho, foram utilizadas imagens do satélite, nas bandas 3 (visível) e 4 (infravermelho), em escala 1:500,000, cuja distribuição pode ser visualizada na figura 2.3.

Na seleção das imagens analisadas para determinadas regiões utilizadas duas passagens por dois motivos básicos:
- Alto percentual de cobertura de nuvens; e,
- Ocorrência de cultivos de inverno e verão em algumas áreas.

2.2.2 - Fotografias aéreas

Para definição dos padrões de interpretação das imagens TM/LANDSAT, bem como verificação de dúvidas da interpretação preliminar, empregaram-se fotografias aéreas verticais (Pancromáticas) em escala aproximada de 1:30,000, referentes a sobrevôos amostrais na área de estudo.

2.2.3 - Documentação Cartográfica

Foram utilizadas reproduções de cartas topográficas do Brasil ao milhãoésimo (Fig. 2.4), sob a forma de filme litográfico e em papel.

Fig. 2.4 - Distribuição das cartas do Brasil ao milhãoésimo sob a área de estudo.

Fig. 2.3 - Distribuição das passagens do LANDSAT sobre a área de estudo.

174
2.3 - Metodologia

A estrutura e sequência da metodologia empregada são apresentadas na Figura 2.5.

Fig. 2.5 - Fluxograma dos trabalhos.

2.3.1 - Interpretação das Imagens


Com base na análise das imagens e o apoio de campo, através de sobrevôo, estabeleceu-se a seguinte legenda temática:

CLASSE I - Área de alta concentração, ocupação com culturas temp rárias em percentual superior a 70% da superfície de limitada.

CLASSE II - Áreas de média concentração ocupadas com culturas temp rárias em percentual entre 30% e 70%.

CLASSE III - Áreas de baixa concentração ocupadas com culturas tempo rárias em percentual inferior a 30%.

O tema Áreas de Concentração ocupadas com culturas temporárias expressa a predominância das lavouras temporárias, excluindo-se assim, nesta definição, as altas e médias concentrações de cana-de-açúcar, citrux e café.

As classes de concentração ocupadas com culturas temporárias, foram definidas através de grade de ponto a qual forneceu a área ocupada com o tema e a área total delimitada, obtendo-se então a percentagem de ocupação.

De modo geral, procurou-se utilizar imagens no período de outubro a dezembro, onde foram então delimitadas as áreas com solo exposto (Assunção e Durante - 1983). Contudo, na região Sul (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) empregaram-se duas passagens, uma em julho (inverno) e outra em janeiro (verão), em função das características da agricultura praticada, com expressividade das culturas de inverno (trigo, cevada, etc.) Seguidas de cultivos de verão (soja, milho, sorgo, etc.).

2.3.2 - Verificação de Campo

Após a fase de interpretação foram selecionadas áreas com padrões típicos e com dúvidas que foram sobrevoadas e fotografadas. Fotografaram-se, então, segmentos amostrais de 15 (quinze) quilômetros no terreno, ou seja, um quarto (04) fotos em escala aproximada de 1: 30.000 com sobreposição de 30% entre fotos.

2.3.3 - Geração dos Produtos Finais

Ao final foram gerados seis (06) mapas temáticos em filme litográfico, por meio dos equipamentos do Laboratório de Processamento Fotográfico do INPE em Campinas Paulista. O restante foi gerado em papel polycester copiativo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo é feito uma avaliação das áreas de concentração ocupadas por lavouras temporárias, por grupo de cartas analisadas, apresentando-se as áreas mapeadas e as características regionais de cada grupo.

As análises relacionadas a seguir referem-se às folhas constantes no atlas elaborado no trabalho e agrupadas segundo os critérios de homogeneidade regional.

3.1 - Grupo I: Folhas Curitiba e Assunção

De acordo com a interpretação das imagens TM, o grau de ocupação da área com lavouras temporárias é alto, com predominância das classes I e II da legenda definida.

Notamos que, na Noroeste, estendendo-se de Campo Mourão (PR) à represa de Itaipu, existe uma área de intensa atividade agrícola ocupada basicamente com o binômio soja (verão) e trigo (inverno) em relevo plano e parcelas médias de ocupação, concordando com os dados de Tvardes (1982), observado no trabalho
de campo.

No chamado Planalto de Ponta Grossa (PR) aparecem grandes glebas em relevo plano, cultivadas também com o binômio soja-trigo.

Ainda no Paraná, ao Sul do Parque Nacional do Iguaçu, surge outra região de alta concentração agrícola, cultivando, no inverno, o trigo e, no verão, a soja, em parcelas pequenas e em relevo ondulado a forte ondulado.

Na região Leste do Estado de Santa Catarina, o que predomina são as pequenas propriedades situadas em relevo ondulado a montanhoso, com uso diversificado e predominio da cultura do milho em área temporária.

A Sudeste da folha de Curitiba, no estado do Rio Grande do Sul, estendendo-se até a fronteira com a Argentina, nota-se uma área de relevo movimentado e intensa atividade agrícola, com culturas de inverno diversificadas (trigo, centeio, aveia, etc.) e no verão a cultura de soja, associada com pastagens.

3.2 - Grupo II: Folhas Porto Alegre, Uruquaiana e Lagoa Mirim

Neste grupo é intenso o uso agrícola, com o predomínio das classes I e II. Há grande diversidade de cultivos, como o trigo, o centeio e a aveia, no inverno alterando-se com a soja, o sorgo e o milho no verão. Sobressaírem também, em grandes proporções, o cultivo de arroz no sistema de irrigação por inundação.

A área de maior destaque nesse conjunto localiza-se ao norte, estendendo-se da cidade de Passo Fundo à fronteira Argentina, num conjunto de cultivos temporários. Próximo da cidade de Passo Fundo (RS), há o predomínio da soja como cultura de verão seguida do sorgo. Já no inverno, cultiva-se trigo, centeio e outros cereais. Mais a oeste predomina o binômio soja-trigo. Em quase toda a extensão da área as parcelas são médias, normalmente localizadas em relevo ondulado e suave ondulado. Somente nos arredores de Ijuí, aparece um parceamento mais intenso.

A oeste de São Borja (RS), em direção a Uruquaiana (RS), mergulhando o Rio Uruguai, surgem os cultivos de arroz irrigado em larga escala, sobre solos líticos e férteis (Lemos et alii-1973) próprios ao sistema de inundação, ali empregados.

Na periferia da Lagoa dos Patos, norte-se áreas de arroz irrigado, prolongando-se até o Sul da Lagoa Mirim.

É de importância também a classe II nas proximidades de Canguçu (RS), com cultivos variados (soja, milho e arroz) intercalados com vegetação natural, sendo o relevo movimentado e as parcelas pequenas.

No estado de Santa Catarina, desde Criciúma até a divisa com o Rio Grande do Sul, próximo de Torres, as áreas agrícolas ocupadas principalmente com a cultura do milho, intercalam-se com mineração de carvão e reflorestamento.

3.3 - Grupo III: Folha Paranapanema

As áreas de lavouras temporárias, neste grupo, concentram-se ao Sul, mais precisamente nas terras férteis do noroeste do Paraná e sudoeste de São Paulo, onde no pântano formado por Assis (SP), Ourinhos (SP), Maringá (PR) e Londrina (PR), concentraram-se grandes áreas cultivadas com a soja (no verão) e o trigo (no inverno) além do milho.

Na região compreendida por Umuarama (PR) até à margens do Rio Paraná, o uso concentra-se na pecuária e na cafeicultura.

A Nordeste da folha, cercada por citrinos e cana-de-açúcar, a região de Guaíra é grande produtora de soja e trigo, muitas vezes utilizando sistemas de irrigação do tipo "Pivot Central".

Na região de Catanduva (SP) predomina a citricultura e a cana-de-açúcar, esta última dominante também nas regiões de Jau e Sertãozinho em São Paulo (Mendonça et alii-1986). Pelo outro lado em São José do Rio Preto (SP), em direção a Barretos (SP), predomina a citricultura em direção a Fernandópolis, as pastagens e a cafeeicultura.

Na porção oeste de São Paulo, são expressivas as áreas de pastagens asso- ciadas à cultura da cana-de-açúcar. Já no Sul do Mato Grosso do Sul ocorrem as pastagens tanto naturais quanto artificiais, associadas ao cerrado (Santos et alii-1982).

3.4 - Grupo IV: Folhas Rio de Janeiro e Vitória

Este grupo destaca-se como áreas de lavouras temporárias as chamadas regiões da Alfa Mogiana e do Planalto de Franca em São Paulo, cultivando estas principalmente a soja (Nordeste da folha do Rio de Janeiro).

Com menor concentração temos a região de Sorocaba (SP), cultivando milho feijão e mandioca em pequenas propriedades e relevo movimentado intercalado com reflorestamento e pastagens.

Extensas áreas de arroz são cultivadas nas várzeas do Rio Paraíba do Sul, entre as cidades de Jacareí e Taubaté, em São Paulo (Sudeste da folha do Rio de Janeiro).

As regiões de Campos e Macaé, no Rio de Janeiro, o eixo de Pirassununga (SP) a Pirassununga (SP) e a região de Ribeirão Preto (SP) encontram-se ocupadas pela cana-de-açúcar (Mendonça et alii-1986) Já Limeira, Leme, e Araras
em São Paulo, concentram grandes áreas ocupadas com a citricultura e o algodão. Por fim, as regiões de Campinas e Jun diaí, no Oeste da folha SP - 23, apesar de sua alta diversificação no uso da terra, não ocorrendo porções grandes áreas expressivas cultivadas com grãos.

3.5 - Grupo V: Folhas Rio Apa

A pecuária é, sem dúvida, a atividade predominante na região, contudo, há uma grande expressão de cultivos, concentrados no Leste, principalmente nas regiões denominadas Campos de Vacaria, Mata de Dourados e Pastorial de Campo Grande.

Dourados centraliza grande região, de cultivo da soja, e, em menor grau, do milho. Nota-se também a presença de trigo no inversono.

No município de Itaúna (MS) destaca-se a fazenda Itamarati, cultivando a soja e o trigo, com o auxílio do sistema "Pivot Central" de irrigação. O relevo predominante é plano e as parcelas são grandes. Somente próxima de Fátima do Sul (a Sudeste da folha) há um maior parcelamento das glebas. Em toda a região os cultivares intercalam-se com as pastagens.

A Noroeste, entre Maracaju (MS) e Sidrolândia (MS), destaca-se o cultivo de soja, milho e arroz. Este último, contudo, segundo Tsukamoto e Norair (1982) apresenta-se em toda a folha como cultivo pioneiro na abertura da pastureagem.

Na porção Noroeste, no chamado Pantanal Mato-grossense, e mesmas a Nordeste o domínio é completo da pecuária em pastagens (naturais e artificiais) associadas ao cerrado, sendo a agricultura intercipiente.

As lavouras de cultivos temporários tiveram incremento a partir de 1970, com a migração de contigentes de outras regiões. A tradição da agricultura de soja, milho e arroz. A região passou da condição de fronteira agrícola para região de cultivo tradicional.

3.6 - Grupo VI: Folhas Belo Horizonte e Rio Doce

Nesse grupo a expressão das lavouras temporárias é relativamente pequena, concentrando-se estas a Oeste, principalmente ao redor das cidades do Ubergabia (MG) e Santa Juliana (MG), onde observamos grandes áreas de cultivos da soja e do milho, em grandes parcelas e relevo suave ondulado.

De Patos de Minas em direção a São Gotardo, ainda em Minas Gerais, cultiva-se o milho e o feijão associados às pastagens.

A Sudeste da folha Belo Horizonte próximo à cidade de Iriai de Minas Gerais (MG), a soja é cultivada em granos das parcelas, o mesmo ocorrendo mais a Leste, no município de Presidente Olegário.

Já na folha Rio Doce são dignas de nota as áreas de Boa Esperança (ES) e Pinheiro (ES), com cultivos de milho, feijão e mandioca, intercalados com pastagens, café e pimentão-do-reino. Nesta mesma folha, ainda no Espírito Santo, em Linhares e São Mateus domina a cana-de-açúcar e os reflorestamentos (Mendonça et alii - 1986), estes últimos presen tes nas regiões ribeirinhas, em áreas de vege tação arbórea natural, ocupando grandes áreas.

3.7 - Grupo VII: Folha Goiânia

A região vê-se firmada, com gran de incremento nos cultivos temporários, as maiores áreas produtoras estão localizadas no eixo Uberlândia (MG), Rio Verde (GO), sendo a soja o principal produto cultivado. Outra área de destaque situa-se ao redor do Parque Nacional das Emas, onde concentram-se grandes glebas, também cultivando a soja.

Já entre Goiânia e Anápolis no Estado de Goiás, surgem áreas de classe II, onde cultiva-se milho, feijão e soja, intercalados com pastagens.

De modo geral a pecuária é a atividade mais importante neste grupo, contudo as lavouras temporárias vêm ocupando posição de destaque, regiões como Rio Verde (GO) são expressivas no contexto nacional, o que evidencia a reestruturação agrária da região como afirma Cavalcanti e Loureiro (1978).

3.8 - Grupo VIII: Folha Corumbá

Neste grupo os cultivos temporários concentram-se em margens do eixo rodoviário da BR 163 entre Rondonópolis (MT) e Bandeirantes (MS), cultivando-se a soja e o milho no relevo plano das chapadas.

A porção corresponde ao Pantanal Mato-grossense, apresentando baixa ocupação agropecuária intensiva, limitando-se a algumas regiões com a pecuária extensiva.

3.9 - Grupo IX: Folhas Cuiabá e Goiás

Neste grupo observamos que grandes extensões são ocupadas pelas Florestas, seguidas pelas pastagens. Quanto a agricultura, o principal produto é arroz, fato que liga a forma de ocupação ou uso da regiões em que este funciona como cultivo pioneiro e precursor da implantação das pastagens.

A sudeste da folha de Cuiabá, próximo a Dom Aquino (MT), prolongando-a
região produtora de Rondonópolis (vide 3.8) surgiu extensas áreas de cultivos temporários. Ainda na folha de Cuiabá, a noroeste e nordeste, aparecem grandes cultivos pertencentes a projetos de colonização, tais como as glebas próximas à NBA Mutum e Sinop, encravadas na floresta Amazônica.

Na folha de Goiás, são de especial importância as áreas próximas a Camarana (MT) ocupadas principalmente com arroz. Ao longo da rodovia BR-153 (Belem - Brasília), surgem áreas importantes de cultivo, ainda predominando o arroz e alguns cultivos de soja.

Neste grupo é de relevância o incremento das lavouras temporárias, junto ao incremento dos projetos de colonização (muitas vezes particulares) e da melhoria das vias escadarias, incorporando essa região ao processo produtivo nacional.

3.10 - Grupo X: Folhas Brasília e Salvador

Neste grupo temos quatro (04) regiões importantes ocupadas com lavouras temporárias:

- A primeira próxima ao Distrito Federal, sudeste da folha de Brasília, com cultivos de arroz, milho e hortigranjeiros.
- A sudeste, nos vales ao redor de Janaúba, com grandes áreas de arroz irrigado é a segunda área.
- Já próximo de Mato Verde, no norte de Minas Gerais, temos cultivos diferenciados (mamona, mandioca, milho, etc) e algodão herbáceo, intercalados passagens e vegetação natural.
- Finalmente a cidade de Barreiras (BA), ao norte da folha de Brasília surgem grandes fazendas de soja de ocupação recente.

Nas demais regiões predominam as pastagens e a vegetação natural.

3.11 - Grupo XI: Folhas Tocantins, Araguaia, Rio São Francisco, Teresina, Juruena e Tapajós

Neste grupo, as lavouras temporárias apresentam-se praticamente ausentes, sendo a única área de expressão ocupada com cultivos temporários, localizada ao sul de folha de Tocantins, próximo à cidade de Formoso do Araguaia (GO). Trata-se do denominado "Projeto Rio Formoso", uma das maiores áreas com tintas cultivadas com arroz irrigado, no mundo.

3.12 - Grupo XII: Folhas Porto Velho e Guaporé

Nesse grupo, a ocupação agropecuária é recente, fomentada nos últimos quinze (15), anos, a partir da implantação de projetos de colonização pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA. Dessa maneira, notamos que a ocupação da região segue um direcionamento ordenando, gerando um padrão geométrico típico das colonizações implementadas pelo INCRA, desenvolvendo-se nestas áreas principalmente a pecuária, e em menor grau café e horticulura. As lavouras temporárias ocupam na se se contexto porção diminuta restringindo-se a cultivos de arroz pioneiro (já referidos no item 3.9) e de subsistência, sendo de expressão apenas a área contíguas à cidade de Vilhena onde se cultiva a soja.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ASSUNÇÃO, G.V.E Duarte, V. Avaliação de áreas preparadas para plantio (SOLO NU) utilizando dados do satélite LANDSAT. São José dos Campos (INPE) fev. 1983.


MENDONÇA, F.J.; Equipe da FUNCATE referentes ao trabalhos de interpretação. CANASADE - Mapeamento da cana-de-açúcar por satélite (área I) São José dos Campos, INPE, abril, 1986.


