

1. Publicação nº <i>INPE-3919-PRE/954</i>	2. Versão	3. Data <i>Junho, 86</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DSR</i>	Programa <i>ANAMB</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>IRRIGAÇÃO TM LANDSAT</i>			
7. C.D.U.: <i>528.711.7:631.67</i>			
8. Título <i>IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS IRRIGADAS ATRAVÉS DE IMAGENS DIGITAIS TM/LANDSAT</i>		10. Páginas: <i>15</i>	
		11. Última página: <i>11</i>	
		12. Revisada por	
9. Autoria <i>Mário Valério Filho Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto Evlyn M. Léo de Moraes Novo</i>		<i>José Carlos N. Epiphânio</i> José Carlos N. Epiphânio	
Assinatura responsável <i>[assinatura]</i>		13. Autorizada por <i>[assinatura]</i> Marco Antonio Raupp Diretor Geral	
14. Resumo/Notas  <p><i>Imagens digitais TM/LANDSAT, na forma de fitas compatíveis com computador (CCT's) foram submetidas a tratamento digital através do analisador de imagens multiespectrais (Sistema IMAGE-100). Neste procedimento utilizaram-se técnicas de realce de contraste com o objetivo de melhor destacar as áreas submetidas aos processos de irrigação. A área de estudo foi ampliada para a escala aproximada de 1:50.000 no vídeo do Sistema I-100. A partir das bandas TM2, 3, 4, 5 realçadas foram obtidas composições coloridas através da associação das bandas com os filtros azul, verde e vermelho. A análise destas imagens demonstrou que a composição TM 2, 3 e 4, associadas aos filtros azul, verde e vermelho respectivamente, foi a que melhor realçou as áreas submetidas aos processos de irrigação, sendo verificado também que a identificação das áreas irrigadas é favorecida pelas formas dos alvos associadas aos sistemas principais de irrigação utilizados na região de estudo (pivô-central e autopropelido).</i></p>			
15. Observações <i>Submetido ao 7º Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, de 22 a 26 de setembro de 1986, Brasília.</i>			

#### ABSTRACT

*LANDSAT-TM digital imagery, as computer compatible tapes (CCT), were processed by using IMAGE-100 multispectral images analyzer. Contrast enhancement techniques were applied to the data so as to highlight crop areas undergone irrigation process. Study area was enlarged to the 1:50,000 scale at the IMAGE-100 video. By combining TM enhanced bands 2, 3, 4 and 5, color composites were obtained through the proper association of band with color filter blue, green, and red. The analysis of the resulting composition showed that color composition with TM bands 2, 3 and 4, associated with color filter blue, green and red respectively, was the best to the identification of irrigated crops. It was also verified that identification of irrigated fields was eased due to their shape related to the irrigation systems applied (central pivot and traveller).*



## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. <u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
2. <u>MATERIAL E MÉTODO</u> .....	2
3. <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	4
4. <u>CONCLUSÃO</u> .....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	11

## IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS IRRIGADAS ATRAVÉS DE IMAGENS DIGITAIS TM/LANDSAT

### 1. INTRODUÇÃO

A tecnologia da agricultura irrigada tem atualmente, recebido apoio governamental para sua expansão no País. Como consequência, torna-se evidente o incremento da expansão de áreas irrigadas em diferentes regiões do Território Nacional.

Em face dessa rápida propagação da tecnologia de irrigação em decorrência de seus resultados altamente compensadores a curto prazo, torna-se difícil, para os órgãos responsáveis pelo manejo dos recursos hídricos, a avaliação da área irrigada através de métodos convencionais.

Nesse sentido, as imagens orbitais fornecidas pelo sistema LANDSAT apresentam-se como uma alternativa para o monitoramento da expansão de áreas irrigadas de forma rápida e, até certo ponto, bastante precisa.

Trabalhos anteriores utilizando técnicas de sensoriamento remoto demonstram a viabilidade de utilização de dados LANDSAT para a caracterização da distribuição espacial de áreas submetidas à irrigação, principalmente em regiões de relevo plano a suavemente ondulado (Epiphany e Vitorello, 1983) e em regiões semi-áridas Bauer et alii, (1984). Bauer et alii (1984), Kolm & Lee Case III (1984) utilizaram composições coloridas em falsa cor, através da combinação de canais MSS/LANDSAT, imagens "ratio" realçadas logaritmicamente, técnicas de interpretação visual destas composições e verificaram a contribuição destes produtos no mapeamento de áreas irrigadas. Mesmo em regiões montanhosas tropicais a identificação de áreas irrigadas tem sido feita com precisão razoável (Pinto et alii, 1985).

Em face disso, neste trabalho, propõe-se a utilização de técnicas de processamento digital para identificação e mapeamento da distribuição espacial de áreas irrigadas do município de Guaíra (SP) a partir de dados TM/LANDSAT.

A área de estudo situa-se na porção norte do Estado de São Paulo, apresentando relevo suavizado, com interflúvios amplos (Planalto Ocidental Paulista) e condições climáticas do tipo tropical com estação seca definida no período de inverno (junho/setembro).

Com relação à cobertura pedológica, predomina o Latossolo Roxo com pequenas ocorrências de Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa e Latossolo Vermelho Amarelo arenoso (Brasil, 1960).

O município de Guaíra apresenta ocupação agrícola diversificada com ênfase na produção de cereais, sendo que nos últimos dez anos tem ocorrido notável incremento na prática de irrigação em face das condições ambientais propícias.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada a imagem TM/LANDSAT-5 em formato digital (CCT) referente à órbita 221, ponto 74 (WRS) de 16 de julho de 1985 nas bandas 2, 3, 4, 5 e 7 (Figura 1).

A análise dos dados TM/LANDSAT foi realizada através do Sistema IMAGE-100 (Analisador de Imagens Multiespectrais) disponível no Instituto de Pesquisas Espaciais.

Como apoio cartográfico para a obtenção de um mapa temático utilizaram-se cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000 referentes às Folhas de Guaíra, Ipuã, Alberto Moreira, Planura, Foz do Sapucaí e Miguelópolis.

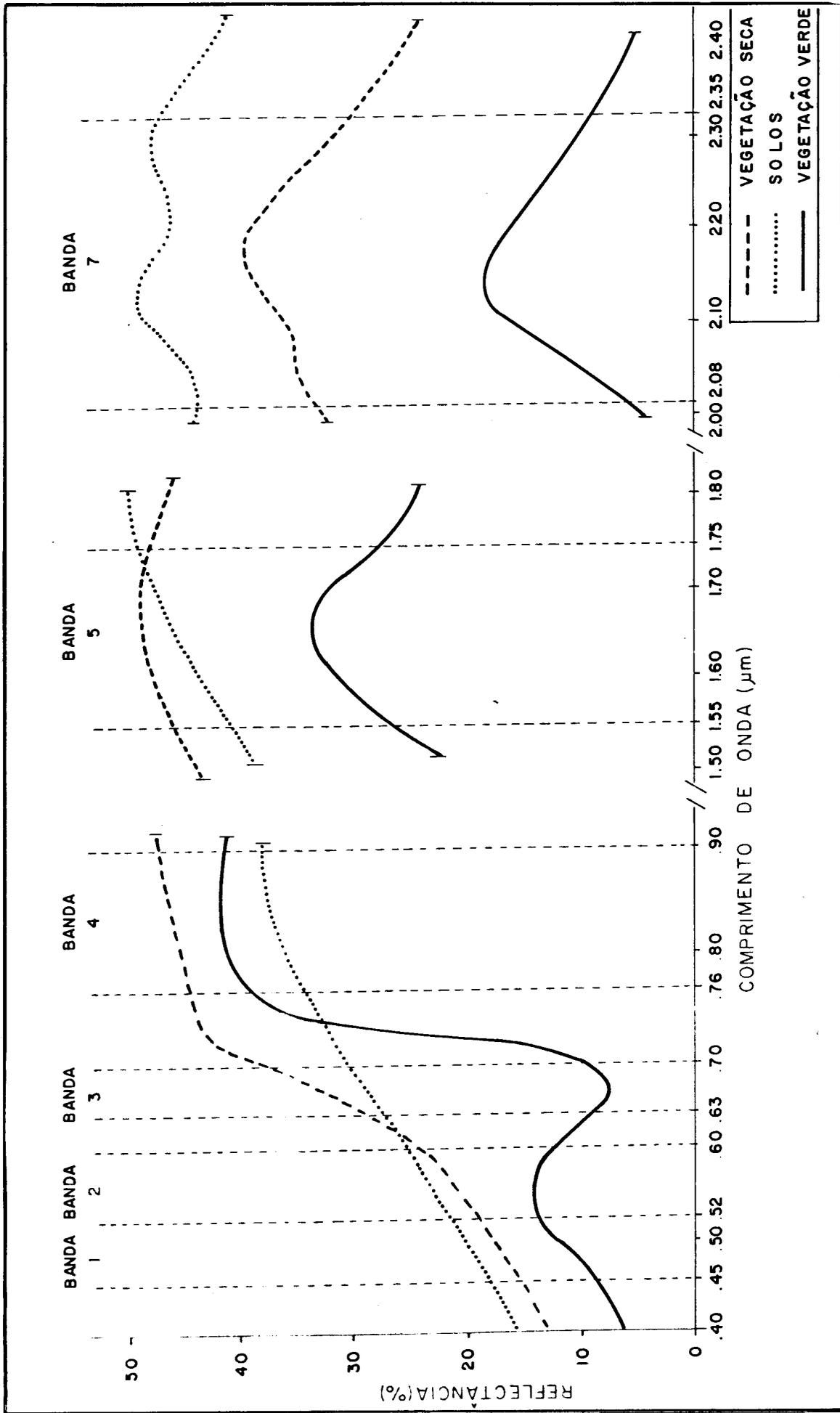


Fig. 1 - Representação gráfica das bandas TM/LANDSAT e a resposta espectral de três alvos nas respectivas bandas.

O processamento digital de imagens foi realizado conforme as seguintes etapas: a) subdivisão da área de estudo em módulos de 30km x 30km no terreno; b) ampliação digital para a escala 1:100.000 no vídeo do Sistema I-100; c) realce digital do contraste de cada banda espectral; d) aquisição de composições coloridas a partir da combinação 3 a 3 das bandas TM-2, TM-3, TM-4, TM-5 e TM-7 com o auxílio de filtros coloridos (azul, verde, vermelho); e) aquisição de slides do vídeo do Sistema I-100.

Os módulos fotografados foram então transferidos e ajustados a uma base cartográfica na escala 1:50.000 com o auxílio de um projetor de slides.

De modo a avaliar a variabilidade interna dos talhões irrigados, selecionou-se ainda uma amostra que foi ampliada para a escala 1:50.000 no vídeo do Sistema I-100. Tendo em vista os resultados das etapas anteriores, para essa amostra foi produzida uma composição colorida a partir da contribuição das bandas 2, 3 e 4 com filtros azul, verde e vermelho, respectivamente.

Após a análise preliminar desses dados realizou-se um trabalho de campo durante o qual foram coletadas informações relativas aos tipos de cultura, estágio fenológico e condições de ocupação nas circunvizinhanças do talhão irrigado.

A integração das informações de campo permitiram alcançar os resultados discutidos a seguir.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região de Guaíra (SP) possui a característica especial de apresentar no período de inverno uma expressiva área irrigada que contrasta com as circunvizinhanças que são, na maioria, ocupadas por solos expostos e por cobertura vegetal com teores de clorofila quase inexistentes, como restos culturais ou pastagens.

Assim, a identificação espectral de áreas irrigadas é favorecida pela diferença de vigor da biomassa verde entre estas e a circunvizinhança. Deste modo, nesta região pode-se utilizar a abordagem metodológica proposta por Bauer et alii (1984) e Kolm & Lee Case III (1984) sem grande risco de cometer erros de inclusão, em face das peculiaridades da área conforme será apresentado a seguir.

Neste sentido, a caracterização espectral das áreas irrigadas do Município de Guaíra é favorecida por outros fatores que serão mencionados. Dentre eles destacam-se: a) os sistemas de irrigação utilizados (pivô-central e autopropelido) que produzem uma forma geométrica facilmente discernível nas imagens TM/LANDSAT; b) a presença de topografia suavemente ondulada que favorece a iluminação homogênea da cena, aumentando o contraste espectral entre as culturas irrigadas e a circunvizinhança; c) a malha fundiária da região que, associada ao relevo, favorece a implantação de parcelas irrigadas de grandes dimensões, compatíveis com a resolução espacial dos dados TM/LANDSAT.

Embora diversos autores (Bauer et alii, 1984; Pinto et alii, 1985) tenham demonstrado a necessidade de aquisição de dados TM em pelo menos três épocas para o inventário de toda a área irrigada, no presente trabalho utilizou-se apenas uma passagem, visto que o principal objetivo era avaliar a detectabilidade das culturas irrigadas, bem como a presença de alguns elementos que interferem no comportamento espectral das diferentes culturas.

Outro aspecto relevante observado, foi a avaliação do tipo de combinação das bandas espectrais do TM/LANDSAT mais favoráveis à detecção das parcelas irrigadas.

Os resultados dessa análise evidenciaram que a combinação TM-2, TM-3 e TM-4, com filtros azul, verde e vermelho respectivamente, forneceu maior volume de informações sobre a variabilidade interna dos talhões irrigados.

Estes resultados não coincidem com os relatados por Pinto et alii (1986) para a região de Bragança Paulista, nos quais a melhor combinação foi TM-5, TM-3 e TM-4, com os filtros azul, verde e vermelho respectivamente.

Essas diferenças de resultados no tocante à seleção da melhor combinação de bandas podem estar relacionadas às diferenças ambientais existentes entre esses dois municípios.

Em Guaíra as áreas irrigadas se diferenciam mais pela intensidade da resposta espectral no TM-4 associado ao vigor da biomassa verde do que na região de Bragança Paulista (SP). Nesta região outros fatores interferem na resposta espectral dos alvos; o principal é a condição topográfica, uma vez que a quase totalidade das culturas irrigadas é implantada em terrenos com declives até 8%. Isto faz com que as culturas irrigadas que ocupam posições de vertentes não expostas diretamente à luz solar apresentem comportamento espectral próximo de culturas perenes (café, fruticultura, etc.) não-irrigadas. Assim sendo, a diferença de vigor entre culturas irrigadas e culturas perenes não-irrigadas não é suficiente para sua discriminação.

Deste modo, apenas com a utilização da banda TM-5 na composição colorida, a qual está associada à absorção de radiação pelas hidroxilas, há condições de diferenciação entre culturas irrigadas e culturas perenes. Estas, entretanto, são hipóteses ainda sujeitas à comprovação.

Na composição TM-2, TM-3 e TM-4 com filtros azul, verde e vermelho respectivamente, as parcelas irrigadas apresentam-se com a cor magenta (azul + vermelho) devido à maior reflectância da biomassa verde nas faixas espectrais correspondentes ao verde (TM-2) e infravermelho próximo (TM-4). Deve-se ressaltar, entretanto, que a reflectância no infravermelho é maior que a da região do verde do espectro eletromagnético.

A Figura 2 é o resultado da interpretação realizada no módulo de 15 x 15km para estudo de detalhes, onde pôde-se observar a distribuição espacial das áreas irrigadas através dos sistemas de pivô-central e autopropelido. Pela análise desta figura observa-se também a diferenciação interna nas parcelas irrigadas.

Na análise da composição multiespectral em falsa cor verificou-se também a presença de anomalias dentro das áreas irrigadas pelo sistema de pivô-central. Essas variações de resposta espectral foram associadas em trabalho de campo a: fatores meteorológicos, estágio fenológico da cultura e coexistência de diferentes tipos de culturas num mesmo campo irrigado.

Com relação às anomalias causadas por eventos meteorológicos destaca-se o fato de um talhão (1a), plantado com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no pivô nº 1, sofrer a ação de geada, nove dias antes da passagem do satélite LANDSAT (16/07/85) utilizada neste trabalho. Esta geada provocou modificações sensíveis em parte da biomassa da cultura, fazendo com que a ausência de clorofila (folhas necrosadas) apresentasse baixa resposta espectral nas bandas TM-2, TM-3 e TM-4, principalmente a TM-4 (infravermelho próximo). Em consequência disto aparece uma mancha escurecida irregular, a qual está delimitada no compartimento 1a.

Neste mesmo pivô-central foi possível constatar no compartimento 1b, ocupado com a cultura de trigo (*Triticum aestivum* L.), uma área delimitada, detetada na composição colorida em falsa cor pelo contraste tonal em cor mais escurecida. Isto se deve a uma ocorrência de solo pedregoso, que provoca o desenvolvimento irregular da cultura, fazendo com que se tenha resposta espectral resultante da contribuição tanto do solo como da vegetação, provocando assim uma baixa resposta espectral. Esta resposta espectral contrasta com a da biomassa verde exuberante da cultura de trigo não afetada pelo solo pedregoso e que se evidencia na composição colorida em cor magenta-clara.

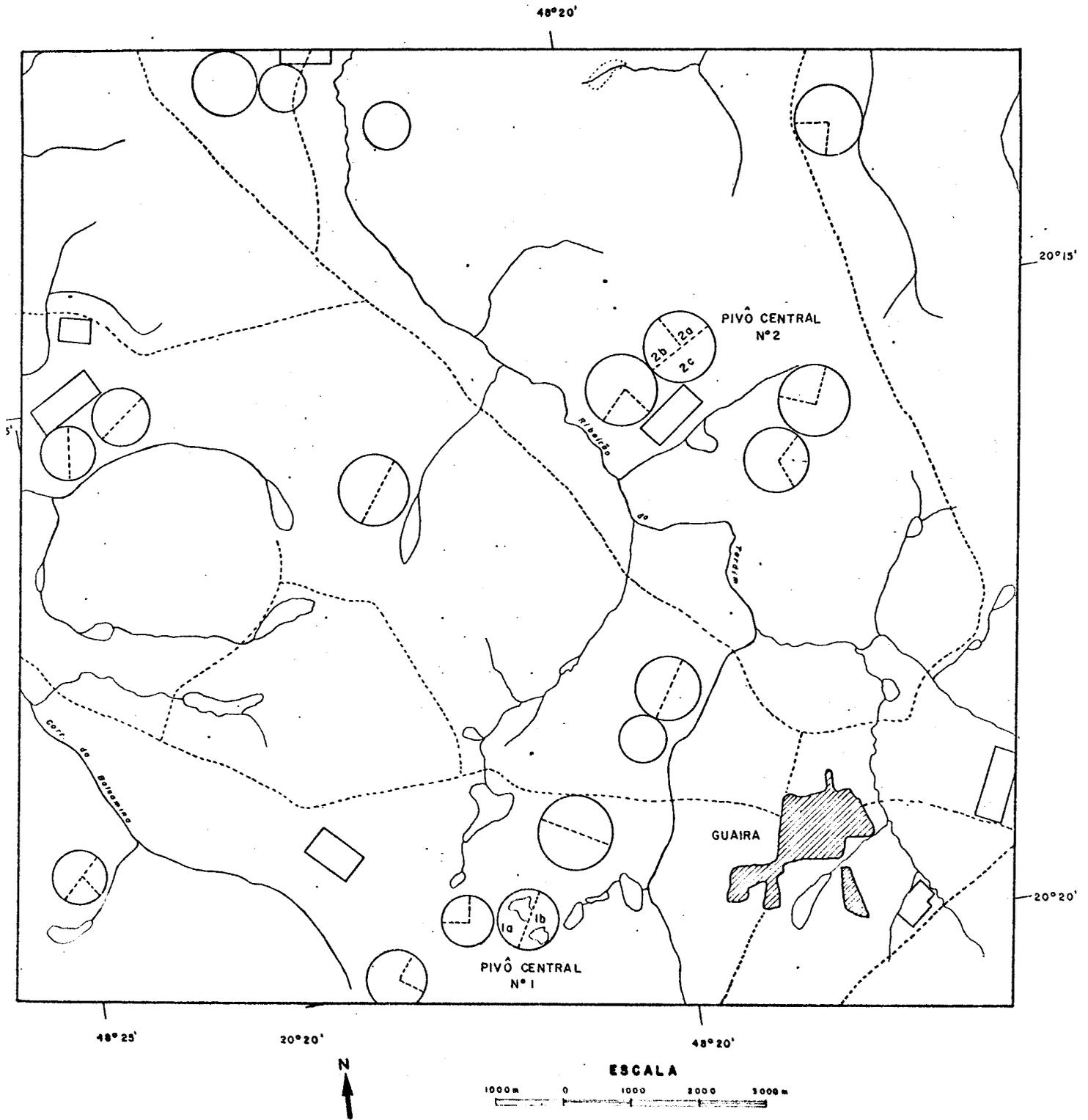


Fig. 2 - Mapa de distribuição espacial de áreas irrigadas por pivô-central (circular) e autopropelido (retangular).

No pivô-central 2 (Figura 2) observa-se a presença de três compartimentos que foram individualizados pela variação de intensidade da cor magenta, a qual, por sua vez, está associada à resposta espectral de culturas em diferentes estágios fenológicos. O compartimento 2a, por ocasião da passagem do satélite, estava ocupado pela cultura de tomate rasteiro (*Lycopersicon esculentum* L.) em estágio de desenvolvimento ( $\pm 30$  dias), cujo espaçamento (1,30 x 0,65m) propicia grande área de solo exposto. Isto resulta no aparecimento de tom mais escurecido na composição colorida, em virtude da contribuição do solo, associada ao pouco vigor da biomassa verde da cultura na resposta espectral da parcela irrigada.

O subcompartimento 2b, na mesma data, encontrava-se ocupado pela cultura de soja (*Glycine max* L.). Pelo fato de estar na fase inicial de desenvolvimento ( $\pm 30$  dias) apresentou também parte do solo exposto, porém, em face do menor espaçamento (60cm) entre fileiras, seu padrão de resposta é distinto dos demais. Finalmente, o compartimento 2c, para a mesma data, estava ocupado com a cultura de trigo (*Triticum aestivum* L.) ( $\pm 30$  dias), cujo pequeno espaçamento (20cm) entre fileiras fez com que nesta fase a superfície do solo estivesse totalmente recoberta e de forma homogênea. Estas características evidenciaram-se na composição colorida através da cor magenta-clara e intensa ficando assim bem diferenciado dos padrões tonais dos compartimentos 2a e 2b.

#### 4. CONCLUSÃO

Em face desses resultados pode-se concluir que, em áreas com as características ambientais semelhantes às de Guaíra (SP), os dados TM/LANDSAT são úteis não só para o cadastramento de áreas irrigadas, mas também para a discriminação entre culturas irrigadas. A identificação do tipo de cultura irrigada, entretanto, é uma tarefa complexa, cuja abordagem não foi ainda desenvolvida. Para essa identificação seria necessário contar com variáveis espectrais, com informações sobre a variação temporal do comportamento das culturas ao longo do seu ciclo vegetativo, bem como com o estudo das relações espectrais solo/planta.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUER, E.H.; BAGGETT, J.D.; WALL, S.L.; THOMAS, R.W.; BROWN, C.E.  
Results of an irrigated lands assessment for water management in California. *IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing*, 22(6): 536-539, 1984.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Centro de Pesquisas Agronômicas  
*Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*.  
Rio de Janeiro, 1960. 635 p. (Boletim 12).
- EPIPHANIO; J.C.N.; VITORELLO, I. *Áreas irrigadas: monitoramento por sensoriamento remoto*. São José dos Campos, INPE, 1983.  
(INPE-2852-PRE/392).
- KOLM, K.E.; LEE CASE III, H. The identification of irrigated types and estimation of acreages from LANDSAT imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 50(10): 1479-1490, 1984.
- PINTO, S.A.F.; NOVO, E.M.L.M.; CHEN, S.C.; VALÉRIO FILHO, M.; ROSA; R.  
*Relatório do projeto cadastramento de áreas irrigadas no Estado de São Paulo, através de dados de sensoriamento remoto*. São José dos Campos, INPE, maio, 1985. (INPE-3543-RTR/077).
- PINTO, S.A.F.; NOVO, E.M.L.M.; VALÉRIO FILHO, M.; CHEN, S.C. *Relatório do projeto cadastramento de áreas irrigadas no Estado de São Paulo, através de dados de sensoriamento remoto*. São José dos Campos, INPE, 1986. No prelo.