

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE DADOS DO TM PARA IDENTIFICAÇÃO E
ESTIMATIVA DE ÁREA DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Ângela M. de Lima, Ulf W. Palme,
Getúlio T. Batista e Antonio T. Tardin

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
Tecnológico - CNPq
C.P. 515 - 12200 - São José dos Campos - SP - Brasil

RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar tem importância fundamental na economia brasileira, tanto no setor de exportação quanto no consumo interno de açúcar e de álcool. Estima-se que mais de 3.800.000 ha foram cultivados com cana-de-açúcar no Brasil em 1984. Os dados MSS/LANDSAT têm se mostrado adequados para a identificação e avaliação da cana-de-açúcar. Entretanto, sua resolução espacial não tem permitido a avaliação precisa de áreas pequenas, bem como a discriminação efetiva desta cultura de outros alvos semelhantes. Este trabalho, conduzido em área teste localizada ao norte do Estado do Rio de Janeiro, objetivou avaliar o desempenho de dados do TM na discriminação e estimativa de área de cana-de-açúcar. Foram utilizadas as sete bandas do TM nas escalas de 1:250.000 e as bandas 3, 4 e 5 na escala de 1:100.000. Com o suporte de uma carta topográfica na escala de 1:25.000, foram selecionadas 30 áreas de tamanhos variados, as quais foram agrupadas em quatro classes para estudos de avaliação de área. Os resultados indicaram que as diferenças relativas médias (\overline{DR}) obtidas pela comparação entre áreas estimadas nas imagens TM (escalas 1:250.000 e 1:100.000) e na carta topográfica foram de aproximadamente 4,00% para as classes com áreas maiores que 30 ha. As classes com áreas menores que 30 ha apresentaram \overline{DR} maiores (6,26 a 21,78%) nas duas escalas. Para quase todas as classes, as \overline{DR} s na escala de 1:250.000 foram superiores àquelas verificadas ao utilizar a escala de 1:100.000. As áreas de taboa e cana irrigada apareceram espectralmente similares nas bandas 3, 5 e 7; nas bandas 1 e 2 a taboa apresentou-se em tons mais escuros. Especialmente, a maioria das áreas com taboa é facilmente detectável nos três canais do visível e nos três do infravermelho (próximo e médio). As áreas de pastagem e cana-de-açúcar de baixo vigor vegetativo apresentaram respostas espectrais semelhantes mas, em condições normais de desenvolvimento, elas podem ser discriminadas nos canais 3, 4, 5 e 7. As bandas 3, 5 e 7 foram as melhores para a detecção de áreas de solo exposto. As áreas irrigadas e queimadas foram detectadas na banda 6.

ABSTRACT

Sugarcane has a significant importance to the Brazilian economy, considering both the exportation and internal consumption of sugar and alcohol. It is estimated that over 3.800.000 ha have been planted with sugarcane in 1984. LANDSAT MSS data have been found to be adequate for identification and area estimation of sugarcane plantation. However, the spatial resolution has not allowed an efficient assessment of small areas and the discrimination of this crop from similar targets. This work has been conducted in a test site located in the north of Rio de Janeiro State, with the objective to assess the performance of TM data on the discrimination and area estimation of sugarcane. All seven TM bands at the scale of 1:250,000 and bands 3, 4 and 5 at the scale of 1:100,000 were used. Thirty sugarcane fields of variable sizes, grouped into four classes, were selected from a topographic chart of variable sizes grouped into four classes were selected for areal extent evaluation. Results indicated that the means of the relative differences obtained by comparison between TM data and the topographic chart were 4%, approximately, for areas greater than 30 ha for both scales analysed. Classes with areas smaller than 30 ha resulted in greater relative difference means (6,26 to 21,78%) for both scales. Generally, differences for the 1:250,000 scale were greater than the differences for 1:100,000 scale. "Taboa" areas are spectrally similar to irrigated sugarcane in the bands 3, 5 and 7, but in bands 1 and 2 "taboa" appears in darker tone. Spatially, most of the "taboa" areas are easily discriminated in the three visible and three infrared (near and mid) bands. Pasture were frequently confused with sugarcane areas of poor vegetative development, but in normal condition they were very distinctive in bands 3, 4, 5 and 7. Bands 3, 5 and 7 were the best bands for detection of bare soil. Irrigated and also burned areas were detected in band 6.

1. INTRODUÇÃO

Os dados do MSS do LANDSAT têm mostrado grande potencialidade para a avaliação da área cultivada com cana-de-açúcar. Entretanto, sua baixa resolução espacial (80m) e o número reduzido de bandas espectrais (4 canais) não têm permitido uma avaliação eficiente de áreas pequenas bem como a discriminação entre a referida cultura e outros alvos tais como taboa (vegetação natural que se desenvolve em áreas de drenagem pobre) e pastagem com bom vigor vegetativo.

Procurou-se neste trabalho fazer uma avaliação preliminar das características espectrais e da resolução espacial do sensor TM para fins de identificação e estimativa de área da cultura da cana-de-açúcar. O sensor TM, a bordo do satélite LANDSAT-5, possui características básicas semelhantes ao seu antecessor MSS, apresentando, entretanto, resolução espa

cia, espectral e radiométrica bastante superiores. Enquanto o MSS detecta a energia refletida em quatro bandas espectrais (verde, vermelho e duas no infravermelho próximo), o TM detecta a energia refletida em três bandas no visível e três no infravermelho (próximo e médio), possuindo ainda uma banda na faixa correspondente ao infravermelho termal. A Tabela 1 especifica algumas características básicas do TM.

TABELA 1
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SENSOR TM

BANDAS ESPECTRAIS	COMP. DE ONDA (μm)	REGIÃO
1	0,45 - 0,52	Visível
2	0,52 - 0,60	Visível
3	0,63 - 0,69	Visível
4	0,76 - 0,90	Infravermelho próximo
5	1,55 - 1,75	Infravermelho médio
7	2,08 - 2,35	Infravermelho médio
6	10,40 - 12,50	Infravermelho termal
Dimensão da cena	185 x 185km	
Telemetria	256 níveis de cinza/banda (8 bits)	
Resolução espacial	30m (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7) 120m (banda 6)	
Repetitividade	16 dias	

Entre os trabalhos realizados com esse sensor, pode-se citar o de Salomonson e Koffler (1983). Segundo estes autores, a principal vantagem do TM em relação ao MSS é a disponibilidade de 7 bandas espectrais, particularmente as no infravermelho médio (bandas 5 e 7) e o canal termal (banda 6). As bandas 5 e 7 permitiram maior separabilidade entre tipos de vegetação que não foram discriminados com o MSS do LANDSAT. Além disto, estas bandas oferecem maior contraste entre a vegetação, a água e o solo. Ainda de acordo com estes autores, a maior resolução espacial do TM (0,09 ha) diminui o número de "pixels" não-puros na determinação de áreas cultivadas, melhorando, conseqüentemente, a classificação dos diversos temas.

Dragg et alii (1983) fizeram uma análise quantitativa com dados simulados do TM e mostraram que a separabilidade das culturas é maior, devido a inclusão de novas bandas (1, 5 e 6), especialmente as no infravermelho médio. Após o cálculo da exatidão da estimativa de área verificou-se um aumento de 25% com as novas bandas no infravermelho, em comparação com as bandas do MSS.

DeGlória (1984) analisou o desempenho dos dados do TM na estimativa de áreas agrícolas e florestais e concluiu que tais dados foram extremamente úteis para a estimativa destas áreas e que a banda 5 (1,55 - 1,75 μ m) melhorou a discriminação de diferentes tipos de cobertura vegetal.

Badhwar et alii (1984) utilizaram dados simulados do TM e do MSS em análise digital e mostraram que os agrupamentos obtidos com dados do TM são puros e as áreas agrícolas e suas bordas são melhor definidas, com menor número de "pixels" impuros.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de dados do TM quanto à sua resolução espacial e espectral, verificando assim o impacto e a contribuição das várias bandas na identificação e estimativa de área da cana-de-açúcar através da análise visual.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi selecionada uma área de aproximadamente 2000km², localizada na região norte fluminense (Figura 1). Esta área caracteriza-se por apresentar grande concentração do plantio de cana-de-açúcar distribuída em áreas de dimensões, tipos de solos e classes de relevo diferentes.

Foram adquiridas as imagens correspondentes às sete bandas do TM, na escala de 1:250.000, pertencentes à órbita 216, ponto 75, obtidas no dia 07 de maio de 1984. Após a aquisição dos dados, realizou-se um trabalho de campo visando caracterizar vários alvos previamente identificados nas imagens. Paralelamente, as bandas 3, 4 e 5 foram ampliadas para a escala 1:100.000.

Optou-se pelo procedimento visual devido à experiência dos autores nesta técnica e devido também aos resultados significativos alcançados, mesmo com o uso de imagens MSS na identificação e avaliação de área da cultura canavieira, o que permitirá, dentro dos próximos dois anos, a completa operacionalização de um sistema de estimativa de área de cana-de-açúcar em nível nacional (Mendonça et alii, 1984). Também o fato de a referida cultura ocupar grandes extensões contínuas facilita a interpretação visual. Outro ponto a considerar é que muitos atributos espaciais detectados com o TM (ex.: carregadores) são utilizados para a identificação da cana-de-açúcar. Atualmente, sistemas digitais para extração de informação são pouco efetivos na análise dos atributos espaciais da cana. Além disto, um sistema que utiliza tratamento visual é mais fácil de ser transferido ao usuário, pois requer equipamentos menos sofisticados para sua operacionalização.

Para avaliar o desempenho dos dados do TM na estimativa de área, foram selecionadas 30 áreas de cana-de-açúcar, de tamanhos e formas diferentes, com um ou mais talhões, as quais puderam ser identificadas tanto na imagem quanto no mapa da distribuição canavieira da região norte fluminense, na escala de 1:25.000, obtido por redução de restituição das fotografias aéreas na escala de 1:5000 (IAA, 1981). Para este fim, os carregadores foram de grande utilidade.

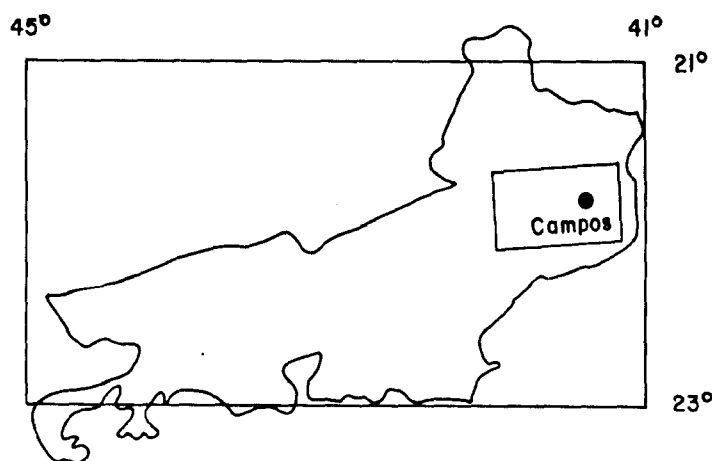


Fig. 1 - Área de estudo localizada na região de Campos no Estado do Rio de Janeiro.

Após a identificação destas áreas nas imagens e no mapa (bandas 3 e 4), estas foram demarcadas em papel transparente (overlay) para posteriormente serem avaliadas utilizando grades de pontos sistematicamente distribuídos, as quais foram posicionadas de maneira aleatória sobre as áreas. Para as escalas de 1:25.000 e 1:100.000 utilizou-se grade milimetrada e para a escala de 1:250.000 utilizou-se grade de pontos equidistantes de 0,4 mm. Em seguida, elas foram agrupadas em quatro classes de tamanhos e calcularam-se as diferenças relativas (DR) entre as áreas estimadas no mapa e as estimadas nas imagens TM nas escalas de 1:100.000 e 1:250.000.

3. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Verificou-se que, em geral, as áreas pequenas apresentaram diferenças relativas maiores e as áreas com mais de 30 ha mostraram DRs bem inferiores, que variaram entre -9,25 e 9,12%, como mostra a Tabela 2. A forma das áreas também influenciou sobre a estimativa; as mais arredondadas ou mais irregulares mostraram DRs mais pronunciadas. Observou-se também que a maioria das áreas identificadas na escala de 1:250.000 apresentou, em relação ao mapa, DRs maiores que as identificadas na escala de 1:100.000. A Tabela 3 mostra as diferenças relativas médias (\overline{DR}) e os desvios padrões das DRs das classes.

TABELA 2

ÁREAS ESTIMADAS NO MAPA E NAS IMAGENS TM E SUAS DIFERENÇAS RELATIVAS

ÁREA ESTIMADAS			DIFERENÇAS RELATIVAS	
MAPA 1:25.000	TM		TM 1:100.000 e mapa	TM 1:250.000 e mapa
	1:100.000	1:250.000		
0-10ha				
5,06	5,00	6,00	-1,18	18,57
3,00	4,00	4,00	33,33	33,33
5,00	5,00	4,00	0,00	-20,00
8,56	10,00	10,00	16,82	16,82
3,00	4,00	4,00	33,33	33,33
10,00	11,00	9,50	10,00	-5,00
9,00	8,00	7,00	-11,11	-22,22
10,00	12,00	12,50	20,00	25,00
11-20ha				
11,06	11,50	12,00	3,97	8,49
18,94	23,00	21,87	21,43	15,47
14,12	14,00	12,50	-0,85	-11,47
17,31	16,00	14,00	-7,57	-19,12
12,93	10,00	9,00	-22,06	-30,39
15,00	18,00	18,00	20,00	20,00
11,00	10,00	9,00	-9,09	-18,18
18,37	19,50	20,00	6,15	8,87
13,37	13,00	12,00	-2,76	-10,24
21-30ha				
26,43	23,00	25,00	-12,97	-5,41
25,94	21,00	22,00	-19,04	-15,19
28,87	27,00	25,00	-6,47	-13,40
22,00	25,00	25,00	13,63	0,00
24,50	24,00	25,00	-2,04	2,04
23,44	22,00	22,00	-6,14	-6,14
22,62	24,00	23,00	6,10	1,68
> 30ha				
76,81	75,00	81,25	-2,35	5,78
70,94	76,00	75,00	7,13	-1,31
33,06	32,00	30,00	-3,20	-9,25
33,12	35,00	35,00	5,67	0,00
63,00	65,00	68,75	3,17	9,12
179,06	176,00	181,25	-1,71	1,22

TABELA 3

CLASSES DE TAMANHO DE ÁREA E \overline{DR} s OBSERVADAS

CLASSE (i)	n	\overline{DR}_{i1} (%)	s_{i1}	\overline{DR}_{i2} (%)	s_{i2}
(0-10ha) (I)	8	15,72	12,83	21,78	9,23
(11-20ha) (II)	9	10,50	8,53	15,80	7,06
(21-30ha) (III)	7	9,48	5,89	6,26	5,91
(31-180ha) (IV)	6	3,87	2,09	4,45	4,16
$\overline{DR}_{.j}$		$\overline{DR}_{.1}=9,89$		$\overline{DR}_{.2}=12,07$	

Seja DR_{ijk} a diferença relativa entre áreas na classe i , [$i=I(0-10ha)$, $II(11-20ha)$, $III(21-30ha)$, $IV(31-180ha)$] nas escalas j [$j = 1(1:25.000)$ e $1:100.000$]; $J = 2(1:25.000$ e $1:250.000)$] das observações K , [$K=1,2,\dots,n$].

Assim sendo, define-se : $\overline{DR}_{i1} = \frac{\sum_{K=1}^n DR_{i1k}}{n}$,

$$\overline{DR}_{i2} = \frac{\sum_{K=1}^n DR_{i2k}}{n} ,$$

$$\overline{DR}_{.j} = \frac{\sum_{i=I}^{VI} \overline{DR}_{ij}}{4} ,$$

s_i = desvios padrões das diferenças relativas da classe i .

Analisando os dados anteriores, pode-se verificar que as \overline{DR} s observadas para as classes com áreas maiores que 30ha foram bem baixas (aproximadamente 4,00%) para as duas escalas das imagens utilizadas. As áreas com menos de 30ha apresentaram valores de \overline{DR} mais altos, que variaram entre 6,26 e 21,78% para a escala de 1:250.000 e 9,48 e 15,72% para a escala de

1:100.000. Tais diferenças na escala de 1:250.000 foram superiores às verificadas ao utilizar a escala de 1:100.000, com exceção da classe III.

A seguir, será feita uma descrição das bandas do TM, com relação às respostas espectrais da vegetação e de outros alvos. A Figura 2 mostra a curva de reflectância da vegetação desde 0,4 até 2,6 μ m.

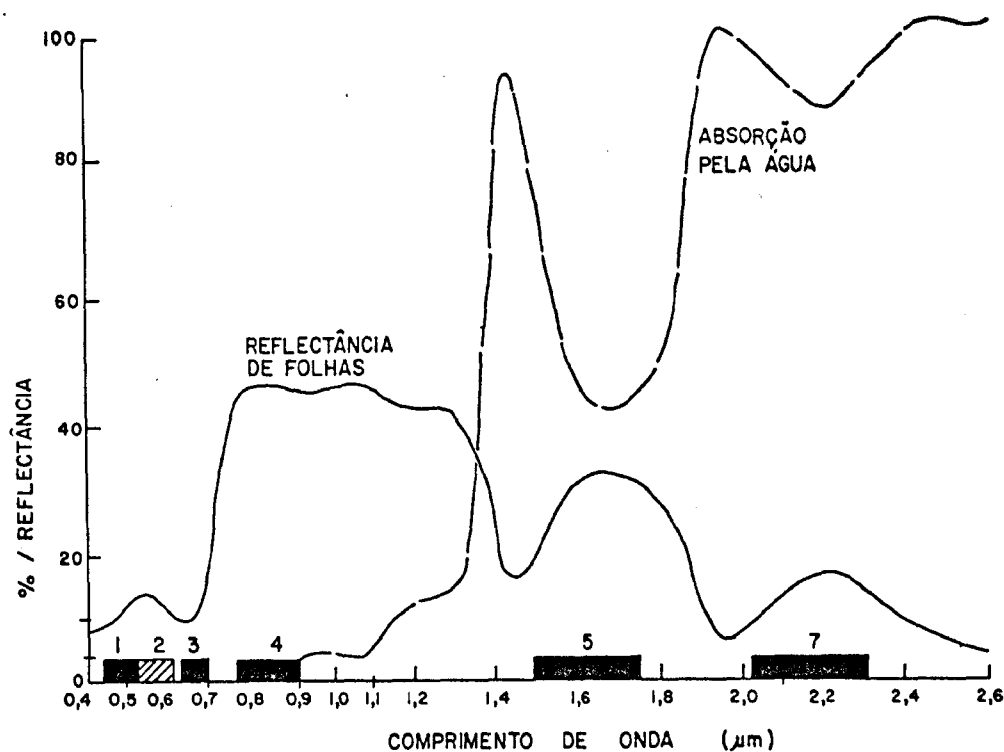
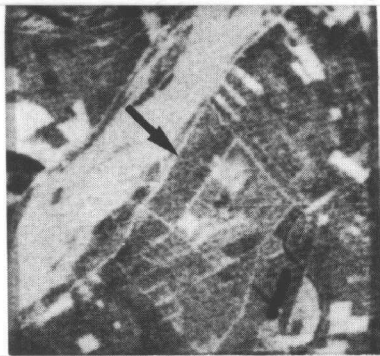
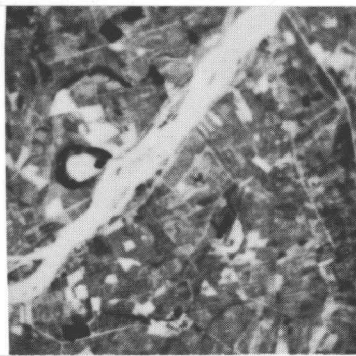


Fig. 2 - Relação entre reflectância de folhas e absorção pela água entre 0,4 e 2,6 μ m.

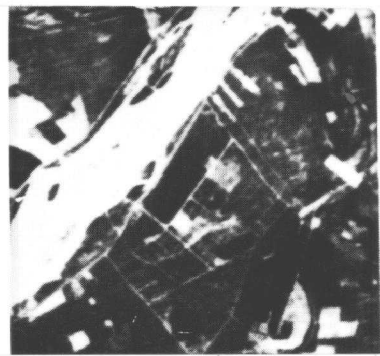
Conforme a Figura 2, espera-se que a cana tenha maior resposta espectral na banda 5 do que em outros canais, com exceção do 4. Entretanto, isto não foi observado. As diferenças de tonalidades de cinza da cultura canavieira são muito pequenas entre as bandas 3, 5 e 7. A baixa resposta observada na banda 3 é explicada pela forte absorção da luz vermelha por pigmentos de clorofila, enquanto nos canais 5 e 7 ela é associada ao fato de estas bandas corresponderem a intervalos de comprimento de onda nos quais a radiação é muito absorvida pela água contida nas folhas. Assim sendo, a cana-de-açúcar com bom vigor vegetativo reflete menos nestes três canais (3, 5 e 7), o que pôde ser observado em áreas irrigadas. Esta diferença de tonalidade é pouco pronunciada nas bandas 1 e 2. A Figura 3 mostra, na escala original de 1:250.000, uma área irrigada e suas diferenças de tonalidade nas diversas bandas do TM.



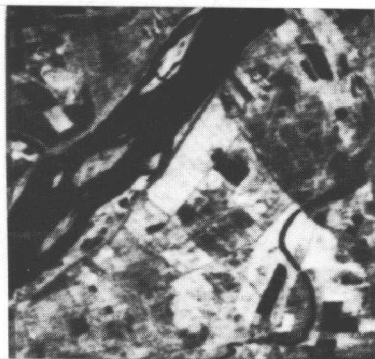
TM1



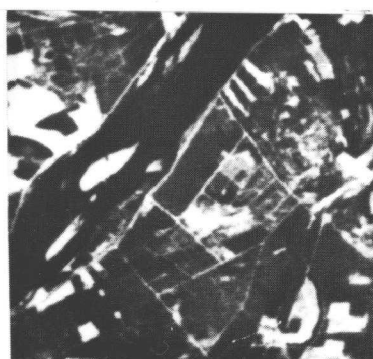
TM2



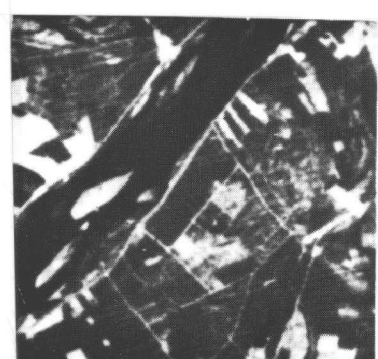
TM3



TM4



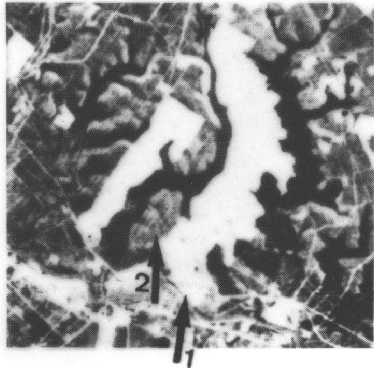
TM5



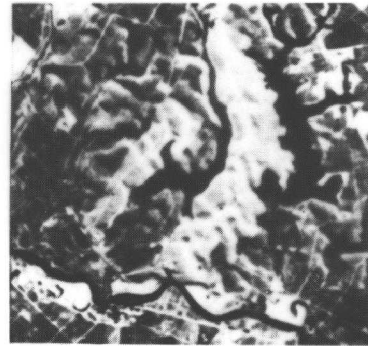
TM7

Fig. 3 - Reflectância de uma área irrigada (indicada pela seta) nos vários canais do TM.

O solo preparado apresenta alto contraste com a vegetação nas bandas 3, 5 e 6, como mostra a Figura 4.



TM3



TM5

Fig. 4 - Áreas de solo preparado (1), em tonalidades claras, e área de pastagem (2) nas bandas 3 e 5 (escala original - 1:100.000).

A cultura da cana-de-açúcar com bom desenvolvimento vegetativo apresenta alta resposta espectral na região do infravermelho próximo, que corresponde à banda 4. Isto não ocorreu na região ao norte de Campos, onde se pode observar com muita nitidez a presença de uma mancha de solo que se apresentou mais escura na banda 4, provavelmente devido ao alto teor de ferro presente nos solos podzólicos e latossólicos, os quais, segundo o Mapa de solos do Brasil (EMBRAPA, 1981), predominam na região. A cana-de-açúcar cultivada nesta mancha de solo, que se estende por toda a região de tabuleiro, apresentou baixa resposta espectral, uma vez que na banda 4 existe um pico de absorção do Fe coincidente com a faixa espectral desta banda (Costa, 1979; Stoner et alii, 1979). Comparando o comportamento espectral de uma área irrigada nesta região com outra na região de baixada (solo hidromórfico), verificou-se que houve diferença tonal entre as respostas espectrais, não somente porque localizam-se em diferentes tipos de solo, mas também porque não possuem o mesmo estágio de crescimento.

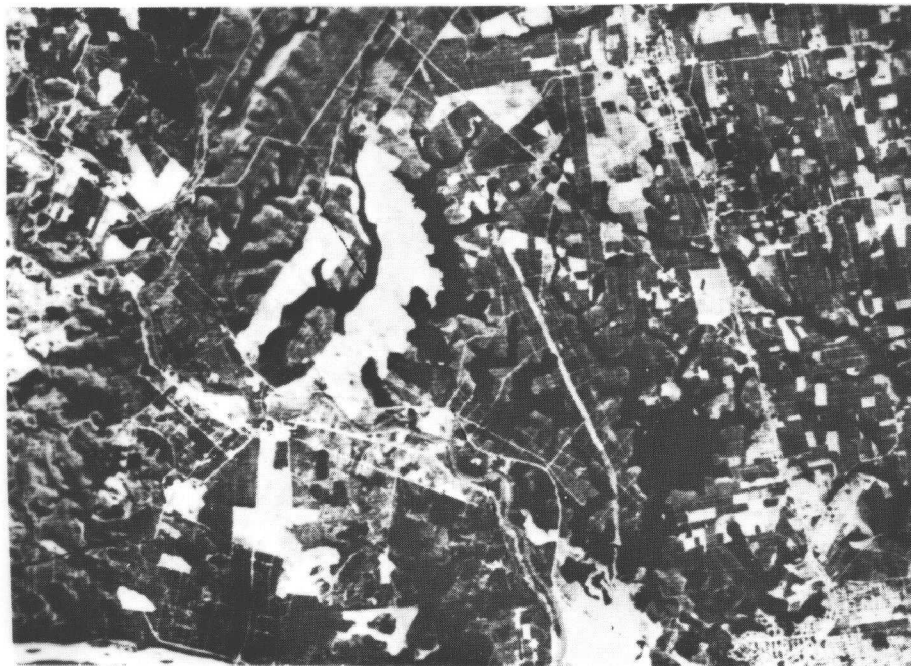
A presença de carregadores, que muito contribuem para a identificação da cultura da cana-de-açúcar é melhor observada na banda 3 (Figura 5).

Espectralmente, não se percebe diferenças entre taboa e cana irrigada nas bandas 3, 5 e 7, mas nos canais 1 e 2 a taboa apresenta-se em tons mais escuros. Sob o ponto de vista espacial, a maioria das áreas com taboa é facilmente detectável nos 3 canais da região do visível e nos 3 do infravermelho (próximo e médio), pois geralmente ela se desenvolve ao longo da rede de drenagem ou em torno de lagoas (Figura 6).

As pastagens observadas em campo (Figura 4) apresentaram respostas espectrais bem semelhantes as da cana-de-açúcar de baixo vigor vegetativo em todos os canais, mas, em condições normais de desenvolvimento, a cana pode ser discriminada de pasto nos canais 3, 4, 5 e 7.

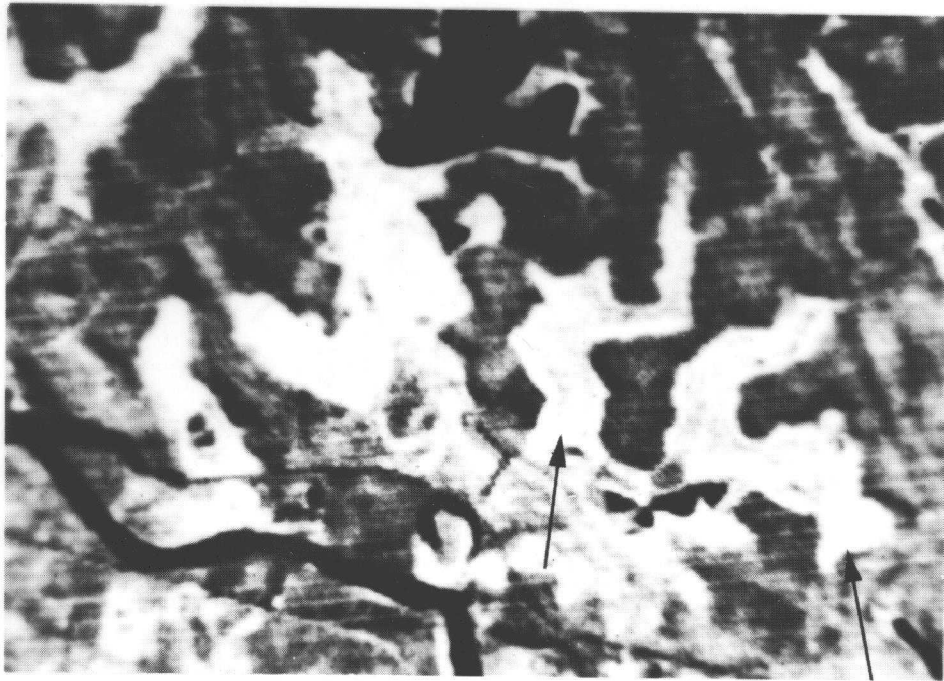
Na banda 4 pode-se identificar melhor os canais de irrigação e bacias de vinhoto. A forma destas bacias é geralmente regular, o que facilita a sua identificação (Figura 7).

A banda 6, correspondente a região do infravermelho termal (10,4-12,5 μ m), mostrou contraste muito baixo, possivelmente devido a hora de imageamento (aproximadamente 9:30 horas). Com exceção das áreas irrigadas que aparecem mais escuras, o restante da área canavieira mostra valores de temperatura bem próximos. O alvo que mostrou mais alto nível de resposta foi área de queimada que se apresentou bem clara na imagem, enquanto a água e regiões sombreadas mostraram os mais baixos níveis. O efeito do tamanho do "pixel" (120m) foi perceptível em contatos de alto contraste termico como por exemplo, água e areia.

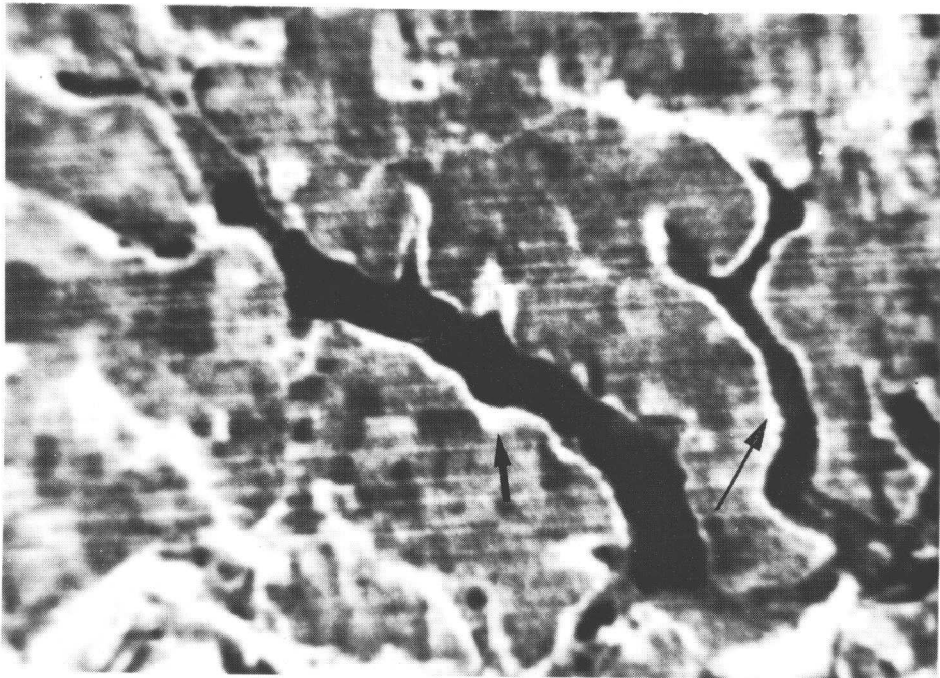


TM3 escala original-1:100.000

Fig. 5 - Banda 3 do TM onde os carregadores foram melhor detectados.

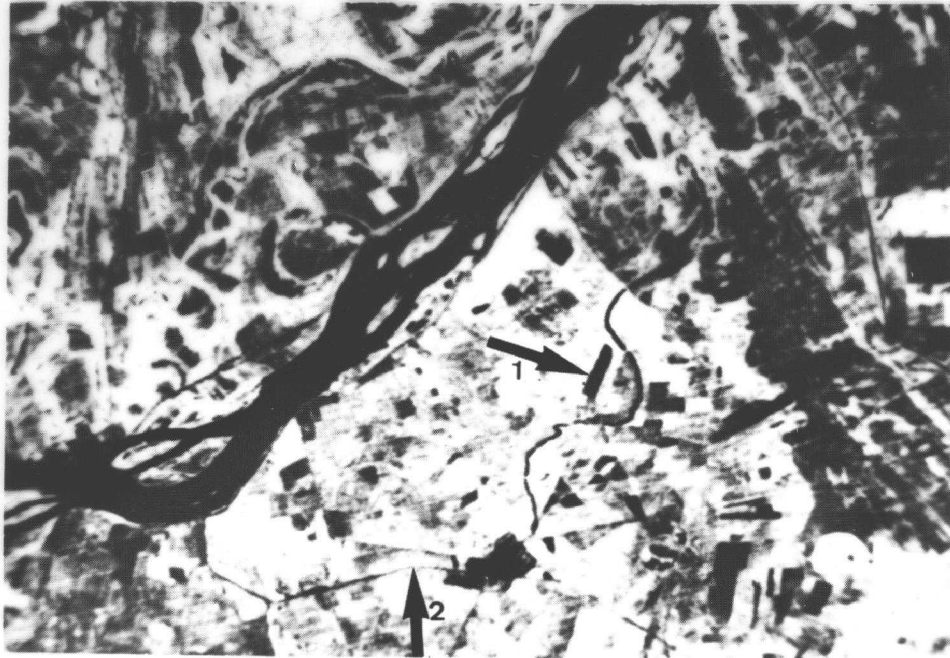


TM4



TM4

Fig. 6 - Áreas ocupadas com taboa (banda 4, escala original-1:100.000).



TM4 escala original-1:100.000

Fig. 7 - Bacia de vinhoto (1) e canal de irrigação (2) na banda 4.

4. CONCLUSÕES

- a) Os dados do TM mostraram bom desempenho quanto à identificação e estimativa de área da cultura da cana-de-açúcar. Verificou-se que, para a classe com áreas maiores que 30ha, as diferenças relativas médias entre as áreas identificadas no mapa e na imagem foram de aproximadamente 4,00% para as duas escalas das imagens TM utilizadas (1:100.000 e 1:250.000). Foram observadas DRs maiores (6,26 a 21,78%) para as classes com áreas menores que 30ha nas duas escalas. Verificou-se também que, utilizando 1:250.000, tais diferenças foram superiores àsquelas obtidas ao utilizar a escala de 1:100.000, com exceção da classe III.
- b) Para a discriminação entre cana-de-açúcar e outros alvos, assim como para a estimativa de área da referida cultura, as bandas 3, 4 e 5 foram as mais adequadas.
- c) As imagens do TM permitiram a detecção de carregadores, fato de extrema importância para a identificação da cultura canavieira. Paralelamente foi possível identificar também canais de irrigação e bacias de vinhoto.
- d) As bandas 3, 5 e 7 foram as melhores para a detecção de áreas de solo exposto, as quais se apresentaram em tons bem claros, contrastando com a vegetação.

- e) Na região do infravermelho próximo (banda 4), a cana-de-açúcar com bom desenvolvimento vegetativo apresentou alta resposta espectral, mas na parte norte da cidade de Campos a cana apresentou níveis de cinza mais baixos devido à presença de uma mancha de solo com alto teor de ferro, localizada na região de tabuleiro, em solo podzólico.
- f) Espectralmente não se perceberam diferenças entre taboa e cana irrigada nas bandas 3, 5 e 7, mas nas bandas 1 e 2, a taboa apresentou-se com tons de cinza mais escuros. Especialmente, a maioria das áreas ocupadas com taboa foi facilmente detectável nas três bandas do visível e nas três do infravermelho (próximo e médio).
- g) As pastagens da região de estudo observadas em campo apresentaram, em todos os canais, respostas espectrais semelhantes à resposta da cana de baixo vigor vegetativo. Em condições normais de desenvolvimento, a cultura em estudo pode ser discriminada de pasto nas bandas 3, 4, 5 e 7.
- h) A banda 6 (infravermelho termal) permitiu a detecção de áreas irrigadas, as quais se apresentaram em tons mais escuros. As áreas queimadas recentemente mostraram nesta banda uma alta resposta espectral (tons bem claros na imagem).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADHWAR, G.D.; HENDERSON, K.E.; PITTS, D.E.; JOHNSON, W.R.; SESTAK, M.L.; WOOLFORD, T.; CARNES, J. Comparison of simulated Thematic Mapper data and Multispectral Scanner data. *Remote Sensing of Environment*, 14(1-3): 247-255, Jan. 1984.
- COSTA, L.M. da. *Surface soil color and reflectance as related to physico-chemical and mineralogical soil properties*. Ph.D. Thesis. Missouri, UMC, 1979.
- DEGLORIA, S.D. Spectral variability of LANDSAT-4 Thematic Mapper and Multispectral Scanner data for selected crop and forest cover types. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 22(3):303-311, May 1984.
- DRAGG, J.L.; BIZZEL, R.M.; TRICHEL, M.C.; HATCH, R.E.; PHINNEY, D.E.; BAKER, T.C. Remote sensing advances in agricultural inventories. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 17., Ann Arbor, MI, May 9-13, 1983. *Proceedings*. Ann Arbor, ERIM, 1983, v. 3, p. 1343-1352.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Mapa de solos do Brasil - 1:5000.000*. s.l., 1981.
- INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ALCOOL (IAA). *Região canavieira do norte fluminense - 1:25.000*. s.l., 1981.
- MENDONÇA, F.J.; TARDIN, A.T.; BATISTA, G.T. Projeto Canasate: Sensoriamento remoto aplicado ao levantamento da cultura canavieira. Aceito para ser apresentado no *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 3., Rio de Janeiro, 28-30 nov., 1984.

SALOMONSON, V.V.; KOFFLER, R. An overview of LANDSAT-4 status and results. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 17., Ann Arbor, MI, May 8-13, 1983. *Proceedings*. Ann Arbor, ERIM, 1983, v. 1, p. 279-292.

STONER, E.R.; BAUMGARDNER, M.F.; BIEHL, L.L.; ROBINSON, B.F. Atlas of soil reflectance properties. West Lafayette, IN, Laboratory for Applications of Remote Sensing, Purdue University. 1979. (LARS Tech. Report 111579).

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração dos técnicos Delfino J. da Cruz Filho, Ivan F. Morgado, Tácio G. Pereira e Heitor N. Damázio, da Estação Experimental F.M. Veiga (Planalsucar - Campos), pelo apoio dado no trabalho de campo.