

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADAS NA CARACTERIZAÇÃO
DA VEGETAÇÃO DE CERRADO

J.R. DOS SANTOS

V.C. DE CARVALHO

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP - BRASIL

H. AOKI

INSTITUTO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO

Este trabalho refere-se aos estudos preliminares realizados sobre a vegetação dos Cerrados, utilizando-se produtos do MSS do LANDSAT, na área do Distrito Federal. Os resultados obtidos demonstraram que a caracterização fito fisionômica das formas de Cerrado, empregando-se técnicas de interpretação visual e automática ("máxima verossimilhança"), pode ser feita com segurança desejável de acordo com os objetivos propostos.

1. INTRODUÇÃO

O Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), juntamente com o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), estão desenvolvendo um projeto de pesquisa sobre a vegetação natural dos Cerrados.

Este projeto tem como objetivo desenvolver uma metodologia básica para a interpretação visual e automática dos produtos do sensor MSS ("Multispectral Scanner Subsystems") do satélite LANDSAT, visando o levantamento da distribuição e comportamento sazonal das comunidades vegetais dos Cerrados, na área do Distrito Federal, fornecendo subsídios para o planejamento de uso racional das áreas de Cerrado.

Neste trabalho, serão apresentados parte dos resultados preliminares alcançados nas imagens do MSS, do ponto 23 da órbita 192 do satélite LANDSAT, obtidas na data de 7 de agosto de 1977.

Interpretou-se somente a parte das imagens correspondentes à área do Distrito Federal, que por estar situada na área "core" dos Cerrados, permitirá que se considere os seus resultados, como mais representativos do Cerrado como um todo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho foram utilizadas imagens fotográficas preto e branco de baixo contraste, dos canais 5 e 7 do MSS, na escala 1:250.000 e fitas compatíveis com computador (CCT), do ponto 23, órbita 192, obtidas na passagem do satélite LANDSAT-2, na data de 07/08/77, correspondentes ao período de seca.

Os critérios utilizados para a interpretação visual destas imagens fotográficas, basearam-se em padrões de tonalidade e textura [1,2,3,4]. As áreas que apresentavam tonalidade e textura homo

gêneas, foram delimitadas em classes [5]. A cada classe homogênea foi atribuída uma classificação de unidade fisionômica de Cerrado, ou de outras classes de uso da terra.

O Cerrado foi classificado em quatro unidades fisionômicas [6]: cerradão, cerrado, campo cerrado e campo sujo de cerrado.

Após a obtenção do esboço preliminar da cobertura vegetal do Distrito Federal, foi realizado um trabalho de verificação de campo [7, 8]. O roteiro de campo foi estabelecido de modo que fosse observado o maior número possível de áreas homogêneas, permitindo, assim, o estabelecimento da legenda do mapa final de uso do solo. Simultaneamente, foram escolhidas áreas mais representativas de cada unidade de mapeamento em termos de extensão e uniformidade, a serem utilizadas como áreas de treinamento e de teste, na interpretação automática.

A análise automática foi realizada no Sistema IMAGE-100, através de um processo supervisionado e interativo, utilizando, para isso, os dados dos 4 canais do MSS, gravados nas fitas CCT.

A obtenção dos parâmetros espectrais, nas quatro bandas do MSS, das classes existentes no Distrito Federal, foi feita através de áreas de treinamento enquanto que áreas de teste foram utilizadas para verificar a precisão das assinaturas obtidas das áreas de treinamento [9,10]. Para tanto, 18 áreas (6 áreas para cada unidade ou seja, cerrado, campo cerrado e campo sujo de cerrado) foram utilizadas como treinamento, enquanto 6 áreas (duas para cada alvo), foram utilizadas como teste para verificar a confiabilidade estatística da classificação ou sua representatividade. A classe "cerradão" não foi considerada na interpretação automática, por não ser representativa em termos de extensão, para sua caracterização através dos parâmetros espectrais.

A localização dessas áreas de treinamento e de teste pode ser verificada na Figura 1.

Como o objetivo do trabalho é mostrar a possibilidade da classificação da vegetação dos cerrados, os demais aspectos não estão sendo considerados.

Para a classificação final e avaliação dos resultados foi utilizado o programa "máxima verossimilhança", que permite obter baixo erro no reconhecimento dos alvos [11].

Para auxiliar o trabalho de verificação no campo, foi utilizada a folha topográfica do Distrito Federal na escala 1:100.000 editada pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, no ano de 1969.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - INTERPRETAÇÃO VISUAL

O resultado da análise visual das imagens fotográficas preto e branco, dos canais 5 e 7 do MSS, é apresentado na Figura 2, de acordo com os padrões de tonalidade e textura. Como se pode observar na legenda do mapa apresentado, foi possível a identificação das formas cerradão, cerrado, campo cerrado e campo sujo de cerrado. Além dessas unidades fisionômicas, foram mapeadas outras classes, tais como: campo limpo, mata seca de calcário, reflorestamento, áreas agrícolas, urbanas e de queimada.

As diferentes formas de Cerrado apresentaram, na imagem do canal 5 do MSS, um gradiente de tonalidade, variando do cinza mais escuro do cerradão ao cinza mais claro do campo sujo de cerrado, em decorrência da maior ou menor densidade de cobertura do solo, que se refere ao índice de cobertura foliar. Na imagem do canal 7 do MSS, esta tendência inverte-se ligeiramente, ou seja, quanto mais densa a

cobertura vegetal, mais clara ela se apresenta na imagem.

O cerradão, cerrado e campo sujo de cerrado apresentam tanto na imagem do canal 5, como na imagem do canal 7 do MSS, uma textura homogênea. O campo cerrado, por sua vez, apresenta nestas mesmas imagens, uma textura heterogênea.

Com relação às demais classes apresentadas no mapa, não serão feitos maiores comentários a respeito de seus comportamentos espectrais nas imagens, pois fogem ao escopo deste trabalho.

Convém salientar que, naquelas áreas onde a extensão em área ocupada por uma determinada classe não era muito significativa, ou seja, a intercalação das classes era muito intensa, não foi possível a separação e a delimitação das mesmas. Estas áreas de uso da terra são apresentadas, na Figura 2, como uma combinação de classes.

3.2 - INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA

O resultado final da análise automática dos dados de resposta espectral registrados nas fitas CCT, é apresentado na Figura 3.

Discutir-se-á, a seguir, as características espectrais quanto ao nível de cinza de resposta de cada unidade fisionômica considerada cerrado.

Na Tabela 1 é apresentado o sumário estatístico que representa a distribuição dos dados de níveis de cinza relativos a cada classe observada. Estes parâmetros espectrais foram obtidos das 6 áreas de treinamento, contendo 100 "pixels" cada uma, para cada classe.

Como se pode observar na Tabela 1, os valores médios de nível de cinza nos canais 4,5 e 6 do MSS, são mais altos para o campo sujo de cerrado, diminuindo no sentido do cerrado. Isto pode ser explicado, por haver um gradiente crescente de biomassa de campo sujo de cerrado a cerrado, fazendo com que esta última forma, por possuir uma mais densa cobertura verde, absorva a radiação nesta faixa do espectro (0.5 a 0.8 μm), o comportamento espectral é o inverso dos demais canais, uma vez que, nessa faixa, com o aumento da cobertura vegetal, há um acréscimo nos valores da reflectância, devido à alta refletividade da vegetação verde na região do infra-vermelho.

Para dar uma visão global do comportamento espectral dessas tres unidades fisionômicas do cerrado, são apresentadas, na Figura 4, as curvas que representam esquematicamente o comportamento desses tres alvos, por toda a faixa espectral coberta pelos detetores do sensor MSS do satélite LANDSAT.

A resposta espectral da classe cerrado é influenciada pelas copas verdes das espécies arbórea e arbustiva que cobrem uma alta percentagem do solo. Estas espécies se mantem verdes, apesar da época seca, por possuírem um sistema radicular profundo.

Os parâmetros espectrais da classe campo sujo de cerrado são influenciados pela maior predominância de cobertura do estrato inferior constituído de gramíneas, de sistema radicular pouco profundo e que perdem a vitalidade na época seca.

O campo cerrado, por ser uma unidade fisionômica intermediária em termos de percentagem de cobertura entre o cerrado (senso estrito) e o campo sujo de cerrado, apresenta valores de nível de cinza entre estas duas classes.

Os resultados obtidos nas áreas de teste para a verificação da acuracidade dos parâmetros espectrais de cada classe, obtidos a partir das áreas de treinamento, são mostrados na Tabela 2.

IV - CONCLUSÃO

A metodologia tanto visual quanto automática utilizada neste trabalho, permitiu a identificação e caracterização das unidades fisionômicas dos cerrados, para a área do Distrito Federal.

O canal 5 do MSS (0.6 a 0.7 μ m) permitiu uma maior separabilidade entre as formas de cerrado estudada, quando em comparação aos demais canais utilizados, tanto na análise visual como automática, sendo o mais indicado no estudo deste tipo de vegetação.

Os parâmetros espectrais obtidos, correspondem ao período de seca e, portanto, para um estudo completo da vegetação dos cerrados, é necessário uma análise temporal dos dados de cobertura vegetal, para a devida verificação do seu comportamento espectral, o que esta sendo executado.

TABELA 1

SUMÁRIO ESTATÍSTICO DO COMPORTAMENTO ESPECTRAL DAS
CLASSES DE CERRADO, NOS 4 CANAIS DO MSS DO
LANDSAT (0,5 a 1,1 μm).

CLASSE	CANAL 4		CANAL 5		CANAL 6		CANAL 7	
	\bar{X}	S(1)	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
Campo sujo de cerrado	24,15	4,91	38,38	6,20	43,22	6,57	29,64	5,44
Campo cerrado	21,84	4,67	33,45	5,78	41,89	6,47	30,18	5,49
Cerrado	19,60	4,43	26,01	5,10	38,09	6,17	30,25	5,50

(1) desvio padrão.

TABELA 2

ACURACIDADE DA CLASSIFICAÇÃO NAS ÁREAS DE TESTE

CLASSE	ÁREA TOTAL (pixels)	IDENTIFICAÇÃO CORRETA	
		PIXELS	%
Campo sujo de cerrado	200	141	70,5
Campo cerrado	200	154	77,0
Cerrado	200	183	91,5

BIBLIOGRAFIA

- [1] NICHOLS, J.D. Combining human and computer interpretation capabilities to analyze ERTS imagery. In: *Symposium Significant Results Obtained from the Earth Resources Technology Satellite-1*, New Carrollton, 1973. Proceedings. v.1, sec. B, p. 1205-1210.
- [2] GIMBARZEWSKI, P. ERTS-1 imagery in biophysical studies. In: *Canadian Symposium on Remote Sensing*, 2., Ottawa, 1974. Proceedings. v.2, p. 392-407.
- [3] GREHS, S.A. Interpretação das imagens do satélite ERTS-1 da região de Brasília. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 28., Porto Alegre, 1974. Proceedings. v.4, p. 165-171.
- [4] SANTOS, J.R. *Utilização de imagens do LANDSAT e fotografias do SKYLAB, para o levantamento de vegetação, relevo e caracterização de áreas de maior potencial agrícola no sul do Estado do Espírito Santo.* São José dos Campos, INPE, out. 1976. (INPE 957-NTE/071).
- [5] SIMONETT, D.S. Quantitative data extraction and analysis of remote sensor images. In: *Estes, J.E.; Senger, L.W. Remote sensing: techniques for environmental analysis.* Santa Barbara, cal., 1974. p. 51-81.
- [6] FERRI, M.G. Os cerrados de Minas Gerais. *Ciência e Cultura*, 27 (11): 1217-1220, Nov., 1975.

- [7] WILLIANSON, D.T. Vegetation mapping from ERTS imagery of the Okavango Delta. In: *Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium*, 3., Washington D.C., 1973. Proceedings. v.1, sec. A, p. 301-308.
- [8] KALENSKY, Z.; WILSON, D.A. Spectral signature of forest trees. In: *Canadian Symposium on Remote Sensing*, 3., Edmonton, Alberta, 1975. Proceedings. p.155-171.
- [9] RATTI, B., CAPOZZA, F. Digital land use classification using an ERTS-1 image. In: EROS. *European Earth-Resources Satellite Experiments: Symposium held in Frascati, Itālia*, Jan. 28- Fev. 1, 1974. Proceedings. p. 21-35.
- [10] DODGE JR. A.G.; BRYANT, E.S. Forest type mapping with satellite data. *Journal of Forest*, 74(8): 526-531, Ago. 1976.
- [11] CRANE, R.B. Preprocessing techniques to reduce atmospheric and sensor variability in multispectral scanner data. In: *International Symposium on Remote Sensing of Environment*, 7., Ann Arbor, Mich., 1971. Proceedings. v.2, p. 1345-1355.

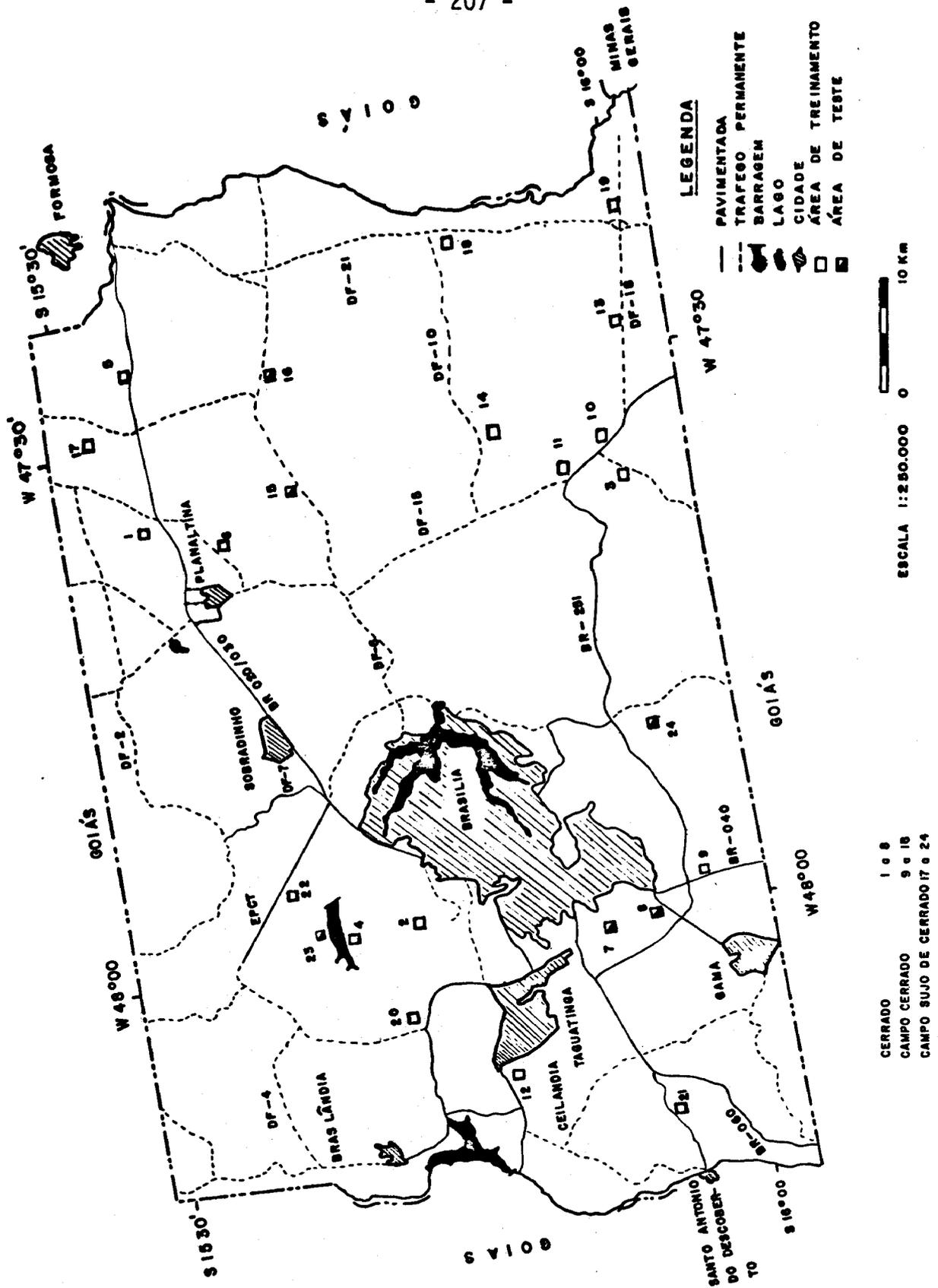


Fig. 1 - Mapa da localização das áreas de treinamento e de teste, no Distrito Federal.

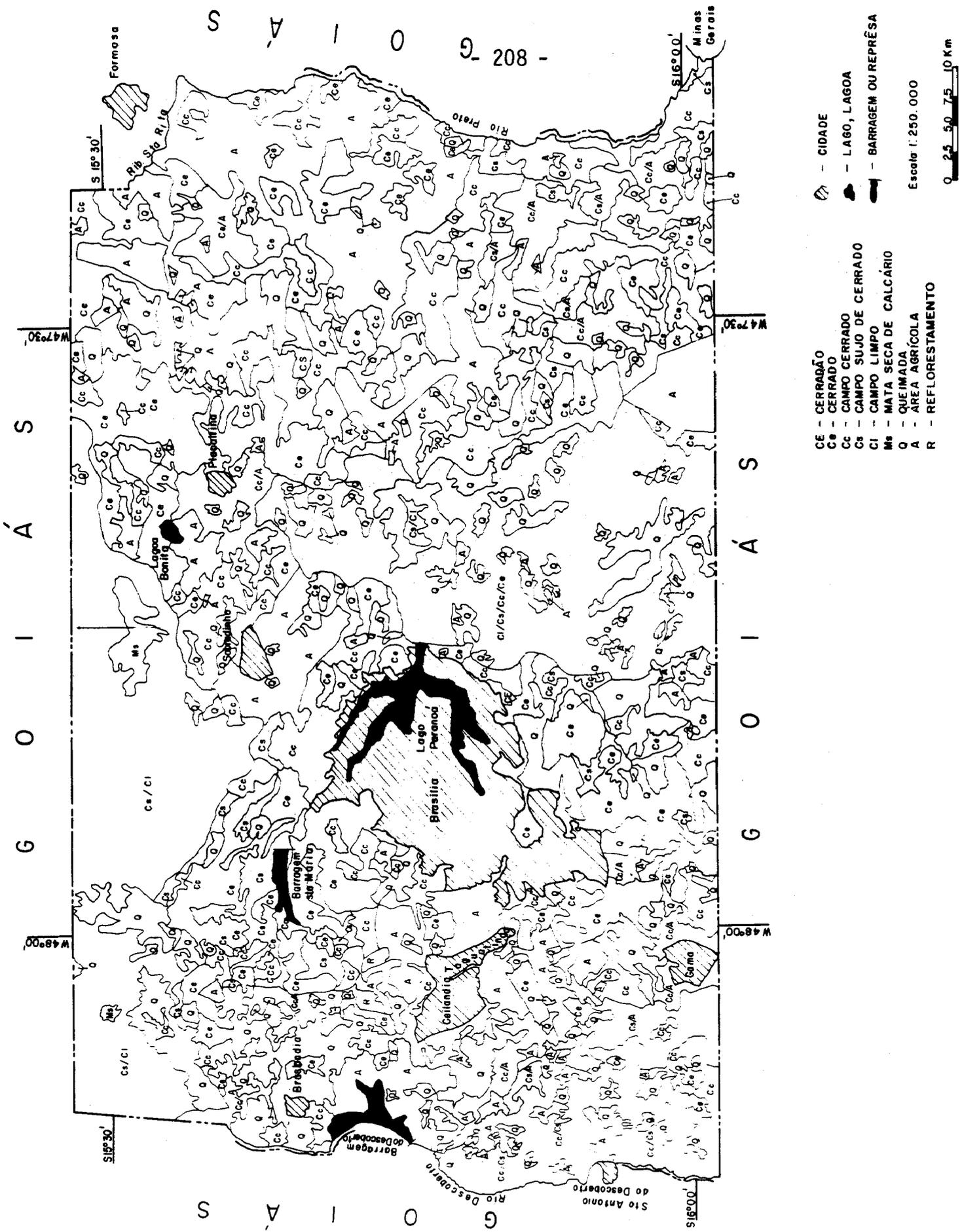


Fig. 2 - Mapa do uso da terra da área do Distrito Federal.

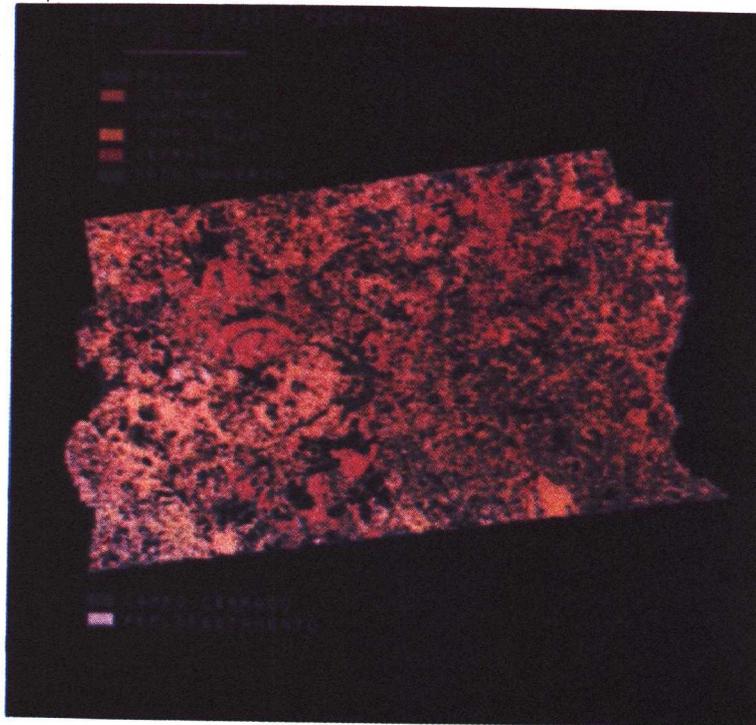


Fig. 3 - Classificação da área do Distrito Federal, através da análise automática

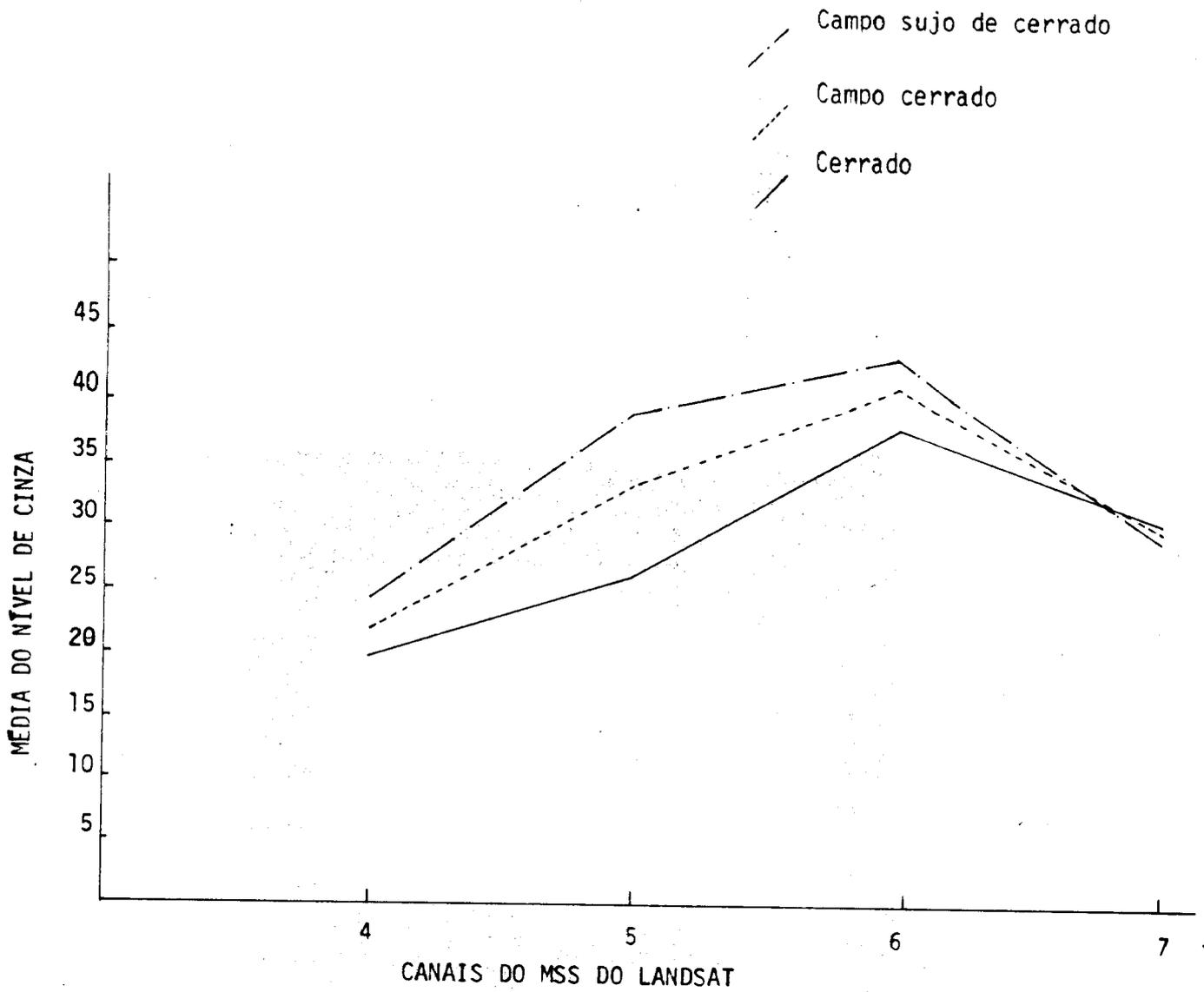


Fig. 4 - Comportamento Espectral das Formas de Cerrado na faixa coberta pelo Sensor MSS do LANDSAT.