

# IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CULTIVADAS COM SOJA NOS CERRADOS, ATRAVÉS DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE SATÉLITE: UM APORTE METODOLÓGICO

Paulo Jorge Rosa Carneiro  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC  
Caixa Postal 70.023 - 73300 - Planaltina-DF - Brasil

## RESUMO

A cultura da soja, recentemente introduzida na região dos cerrados, vem apresentando um desenvolvimento excepcional, agregando mais áreas a cada ano. O processamento digital de imagens Landsat possibilita acompanhar esta evolução com eficiência, fornecendo dados precisos, como de área plantada e expectativa de produção, que são de grande utilidade ao planejamento de ações necessárias à dinamização do Setor.

## ABSTRACT

Soybean growing recently introduced in the cerrado region, has shown exceptional growth in areal extent every year. Digital processing of Landsat images makes it possible to accompany this evolution with efficiency, providing precise data such as area planted and expected yield, of great use in planning actions necessary for strengthening this sector.

## 1. INTRODUÇÃO

É fundamental o conhecimento atualizado da área plantada e da distribuição das culturas a nível regional, para que se oriente a administração dos recursos ambientais, infraestruturais e econômicos envolvidos nos processos normais de produção de insumos agrícolas. As estruturas formais de levantamento dessas informações (IBGE, EMATER, Prefeituras, etc.), carecem de procedimentos metodológicos compatíveis com a abrangência e as dificuldades próprias de áreas em desenvolvimento, como a dos cerrados brasileiros. Além disso, a ocupação de zonas potencialmente agrícolas dos cerra-

dos, é bastante dinâmica, com culturas como a da soja, protagonizando a abertura de novas fronteiras.

Nos estados do Mato Grosso do Sul e Goiás a produção de soja passou de 37.9 mil toneladas na média dos anos 1970/71, para 1.9 milhões de toneladas na média dos anos 1980/81, verificando-se, portanto, um aumento de 51 vezes em 10 anos (Paiva, 1983).

Para fazer frente a este dinamismo torna-se interessante o uso de imagens captadas por satélites de sensoriamento remoto, que permitem estimativas seguras da quantidade de áreas plantadas, bem como de outras práticas

de uso do solo (Hoffer, 1967 e Bauer, 1975).

A introdução de satélites nos procedimentos de avaliação de recursos da superfície terrestre, abriu uma perspectiva de análise sistemática de uma série de fatores que se relacionam com o desenvolvimento da paisagem. Permite uma caracterização tão rápida quanto um único ciclo de evolução de uma cultura, visto que o período de recorrência destes equipamentos pode ser de até 16 dias. Além disso, as informações registradas a cada passagem do satélite, sendo medidas de ondas eletromagnéticas refletidas pelos elementos de superfície, possibilitam discriminar diferentes culturas e seus respectivos estágios evolutivos.

O tratamento computacional das imagens obtidas através destes equipamentos, propicia a distinção de diferentes padrões espectrais das culturas, os quais podem ser relacionados a fatores ambientais, tratos culturais e outros eventuais fenômenos. Desta forma, a metodologia aqui apresentada, foi desenvolvida no sentido de definir um sistema de identificação de culturas e estimativa de áreas plantadas, que possam apresentar correlação com dados de produtividade obtidos diretamente dos produtores. Procura ser ágil de tal forma que possa ser utilizada com confiabilidade em áreas carentes de orientação e controle, dentro dos cerrados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Localização e situação da área estudada

Por razões de proximidade e facilidade de acesso, escolheu-se, dentro do Distrito Federal, parte da área destinada ao Plano de Assentamento Dirigido (PAD-DF), compreendido entre os meridianos 47º30'00" W e 47º30'30" W e paralelos 15º55'00" S e 16º03'00" S, onde a

cultura da soja foi implantada a partir de 1977. Trata-se de uma parte da COOPADF que corresponde ao limite sudeste do Distrito Federal e é cortada pela Rodovia BR 256, Brasília-Unaí, estando a sede da Cooperativa situada no km 40.

Esta área representa uma paisagem bastante comum no Planalto Central. Constitui uma região plana e suavemente ondulada, costumeiramente denominada por "chapada". Encontra-se entre as cotas de 950 a 1000 metros, apresentando uma discreta dissecação.

A drenagem, do tipo dendrítica de baixa densidade, constitui parte da bacia do rio Preto, sendo inteiramente formada por elementos perenes.

Os solos são predominantemente do tipo Latossolos, variando entre Vermelho Amarelo, textura argilosa, fase Cerrado Subcaducifólio e Vermelho Escuro, textura argilosa, fase Cerrado Subcaducifólio e Campo Cerrado. A seguir têm-se ainda: Cambissolos, Hidromórficos e algumas ocorrências de Podzólicos.

As zonas mais aplainadas (0 a 3% de declividade), são dominadas por Latossolos Vermelho Amarelo, enquanto que as de mais (+3 a 10%), predominam os Latossolos Vermelho Escuro, Cambissolos e Hidromórficos, respectivamente.

A geologia, bastante monotona em termos litológicos, é representada por filitos e argilitos tipo ardósia, com esparsas lentes de quartzitos da Formação Paraopeba. Sobre estas rochas desenvolveu-se uma cobertura detrítica originada da desagregação das litologias a pouco descritas, que dão origem aos Latossolos. O contraste de permeabilidade existente entre esta cobertura e o substrato, permite a formação de um lençol freático que mantém perenes os afluentes desta bacia.

Os dados pluviométricos da região do Distrito Federal, e em particular da

TABELA 1

## PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CHUVAS IGUAL OU SUPERIOR A...

(Fonte: CAESB 1983, COOPA-DF 1983/85)

Mês	200 mm %	150 mm %	100 mm %	50 mm %	20 mm %
JAN	60	70	80	90	100
FEV	50	70	80	90	100
MAR	20	60	80	80	100
ABR	0	10	50	100	100
MAI	0	0	0	20	70
JUN	0	0	0	0	10
JUL	0	0	0	10	10
AGO	0	0	0	0	10
SET	0	0	10	40	90
OUT	30	40	60	90	95
NOV	30	90	100	100	100
DEZ	70	100	100	100	100

COOPA-DF, dão conta de uma média anual em torno de 1500 mm de precipitação, sendo que 90% das chuvas se concentram no período outubro/abril. A tabela 1 apresenta uma estatística sobre as ocorrências de precipitação para os 12 meses do ano, mostrando a probabilidade de chuvas entre 20 e 200 mm, para cada mês. Este comportamento típico, como mostra a tabela, caracteriza o clima da região como do tipo AW-tropical de savana, segundo a classificação de Köppen com uma estação chuvosa entre outubro e abril e outra seca, de maio a setembro.

## 2.2 - EQUIPAMENTOS E DADOS BIBLIOGRÁFICOS

Os dados de base utilizados neste trabalho provêm do Mapa de Solos do Distrito Federal, escala 1:100.000, do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (EMBRAPA, 1978); Mapa Geológico Preliminar do Distrito Federal, escala 1:100.000; Mapa Planialtimétrico do Distrito Federal, escala 1:10.000, foto

grafias aéreas pancromáticas de 1975 e 1982, escala 1:40.000 da CODEPLAN e imagem landsat de 28/03/84, sistema MSS, banda 4,5,6 e 7, gravadas em fitas CCTs e adquiridas no Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE/CNPq. Esta cena é coincidente com o final do veranico ocorrido nesta ocasião, que teve duração de 28 dias.

Os equipamentos empregados na análise e interpretação dos dados são: Estereoscópio de espelho Wild ST4; Zoom Transfer Scope Bausch & Lomb Stereo; mesa digitalizadora da Summagraphics apoiada pelo Micro Sistema Canon As-100 e Sistema de Processamento Gráfico Digital RAMTEK RM-9300, suportado por computador IBM-4341.

## 2.3 - METODOLOGIA

A figura 1 apresenta um diagrama que resume o trabalho, do ponto de vista metodológico, em três fases, sendo a primeira de preparação dos dados de ba

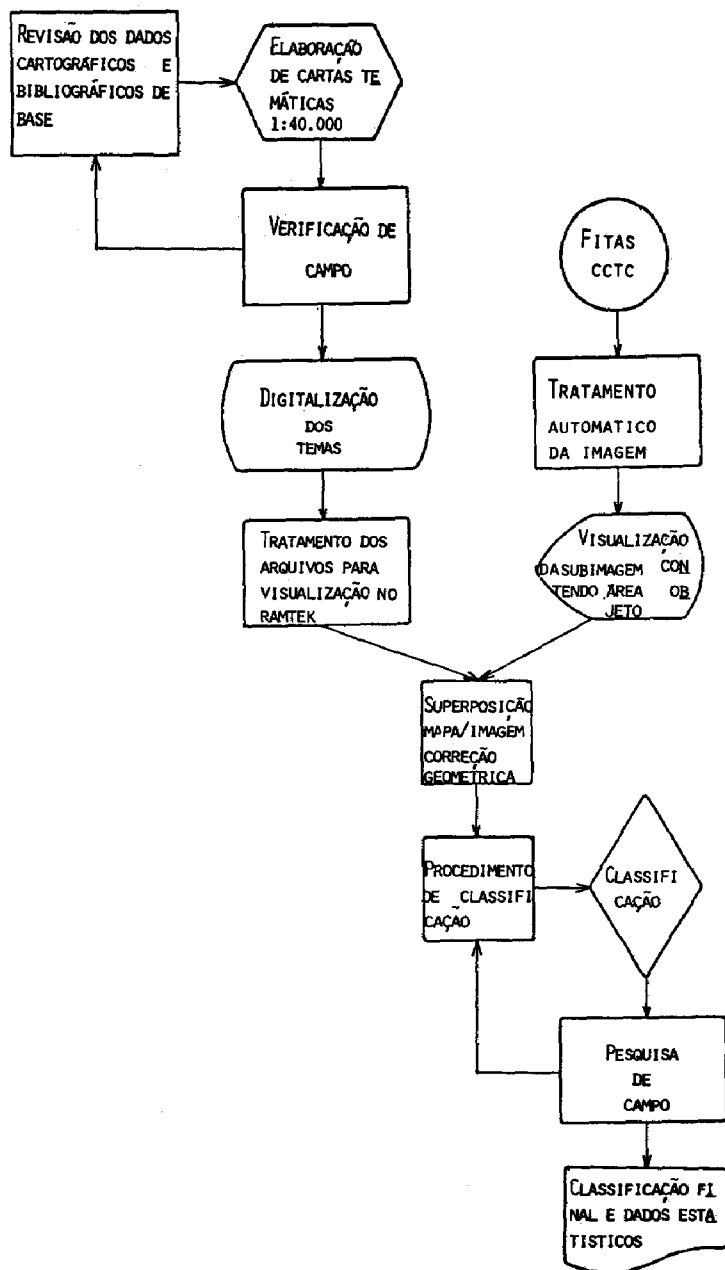


Fig. 1 - Resumo do procedimento metodológico

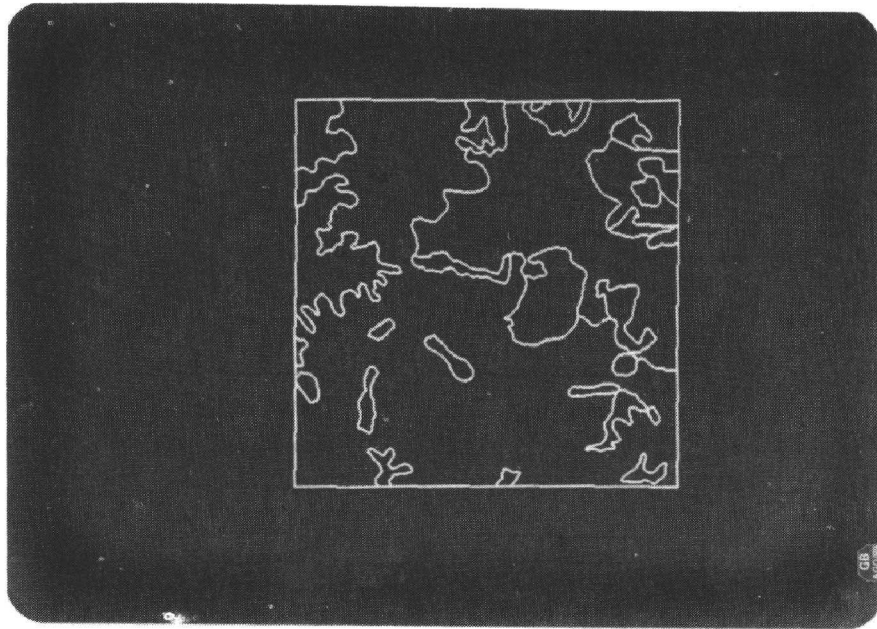


Foto 1 - Mapa de solos digitalizado, visualizado no terminal RAMTEK

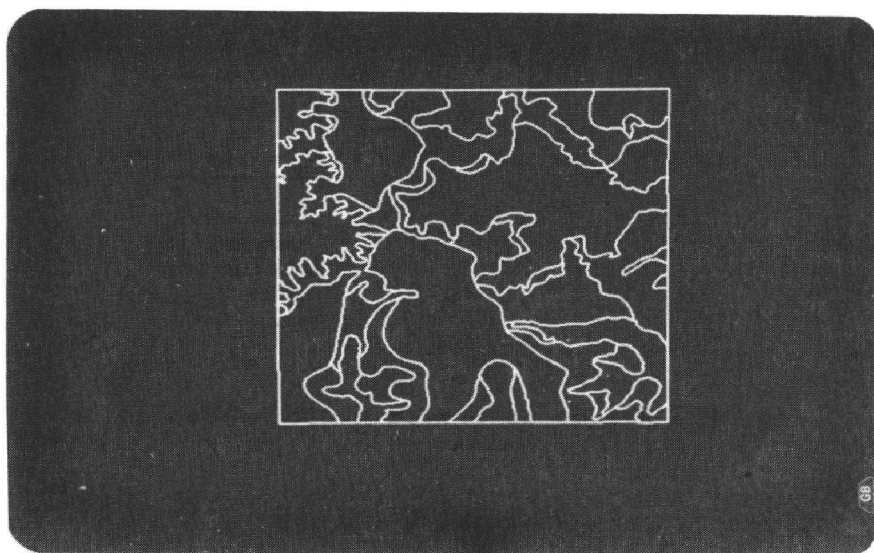


Foto 2 - Mapa de declives digitalizado, visualizado no terminal RAMTEK



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
VINCULADA AO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS

IDENTIFICAÇÃO DE CULTURAS DE SOJA NOS CERRADOS ATRAVÉS  
DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS LANDSAT

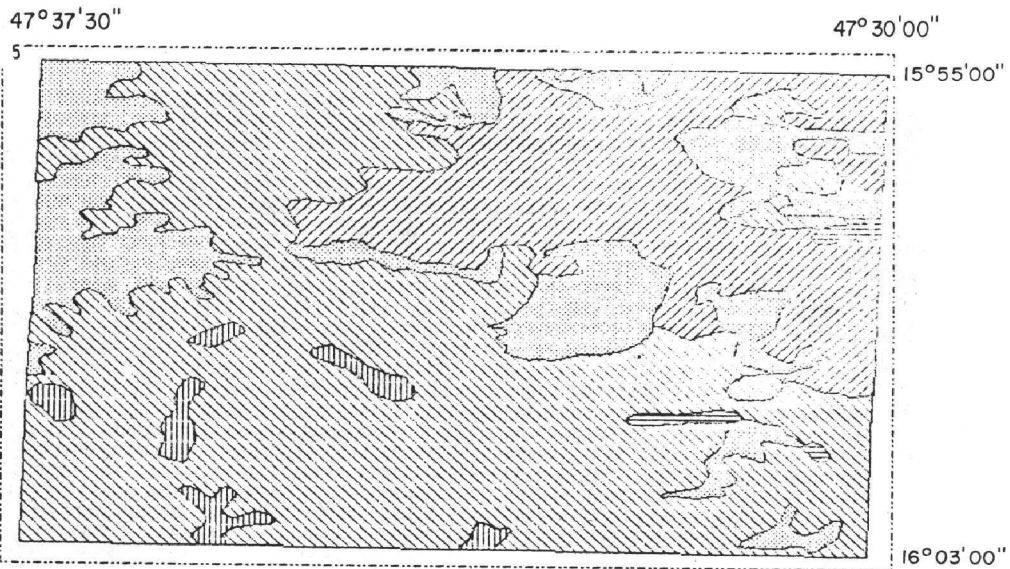







FIGURA 2 MAPA DE SOLOS DE PARTE DA REGIÃO DO PAD-DF  
DIGITALIZADO PELO SISTEMA SUMMAGRAPHICS/  
NON AS 100

LEGENDA

-  - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO
-  - LATOSSOLO VERMELHO ESCURO
-  - CAMBISSOLO
-  - HIDROMÓRFICO
-  - PODZÓLICO



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
VINCULADA AO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS

IDENTIFICAÇÃO DE CULTURAS DE SOJA NOS CERRADOS ATRAVÉS  
DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS LANDSAT

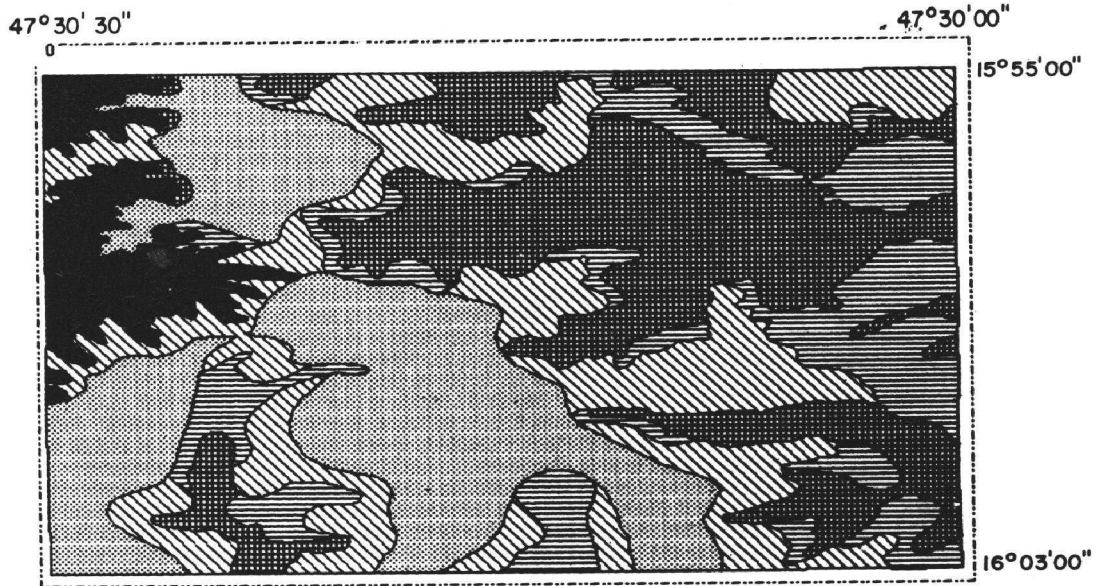


FIGURA 3: MAPA DE DECLIVES DA REGIÃO DO PAD-DF DIGITALIZADO PELO SISTEMA SUMMAGRAFICS/CANON AS 100

LEGENDA

- DECLIVE MENOR QUE 2,5 %
- DECLIVE ENTRE 2,5% E 3%
- DECLIVE ENTRE 3% E 5%
- DECLIVE ENTRE 5% E 10%
- DECLIVE MAIOR QUE 10%

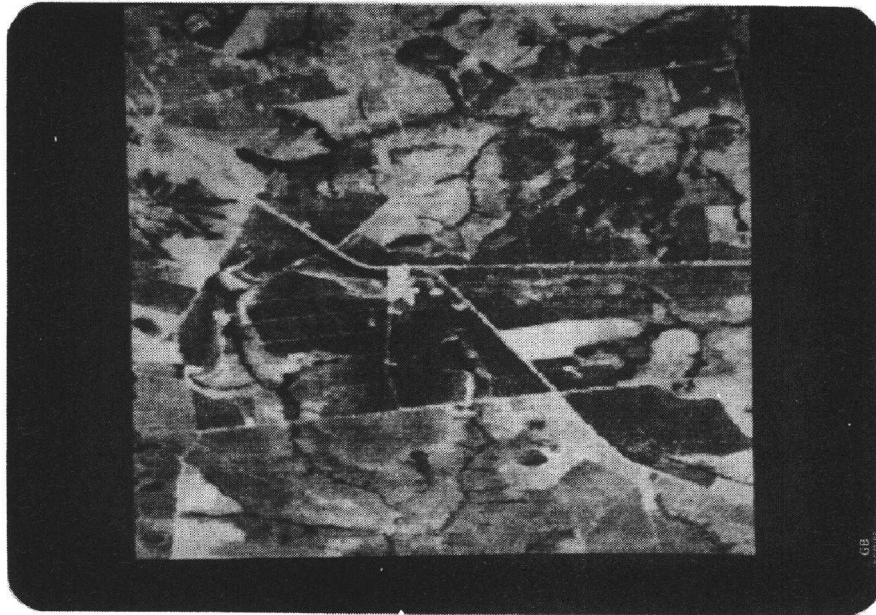


Foto 3: Imagem MSS sem tratamento. Composição falsa cor, bandas 4/5/7.

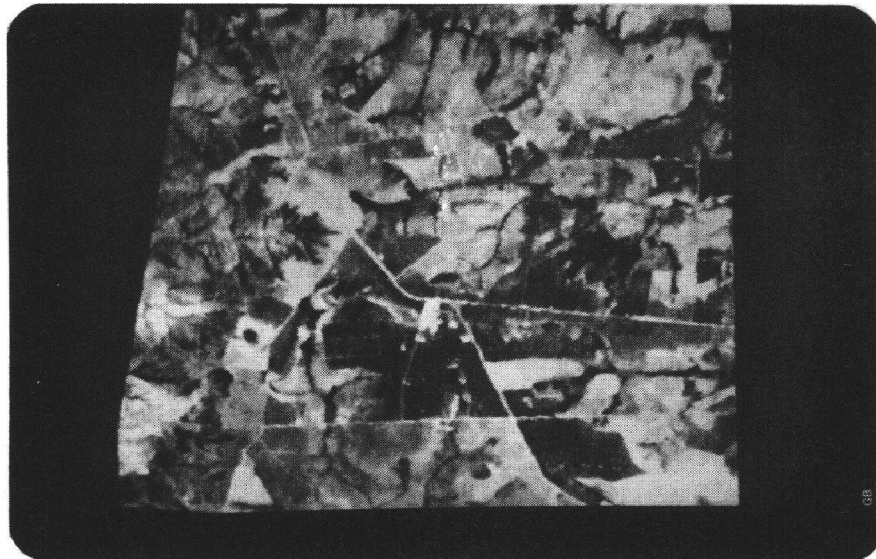
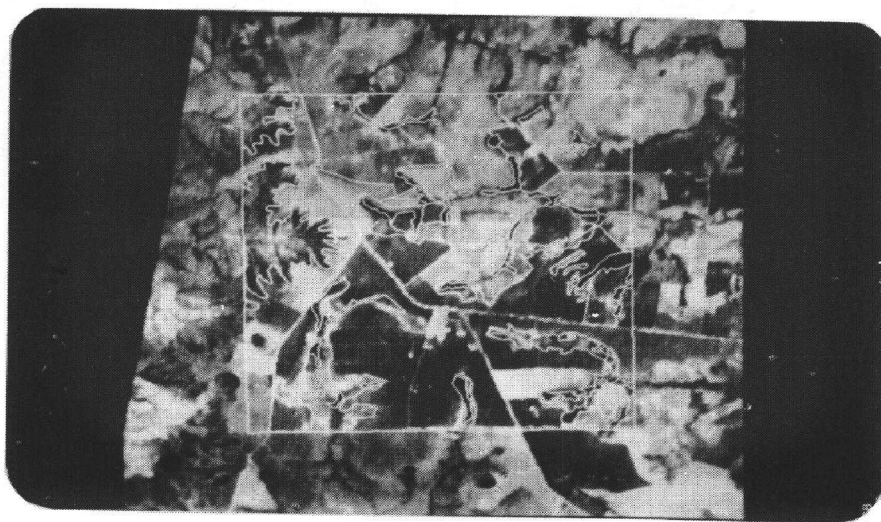
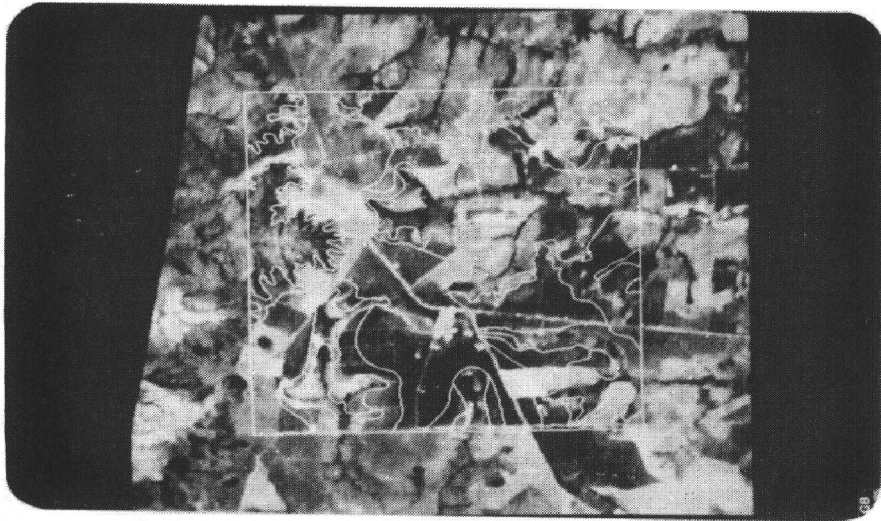
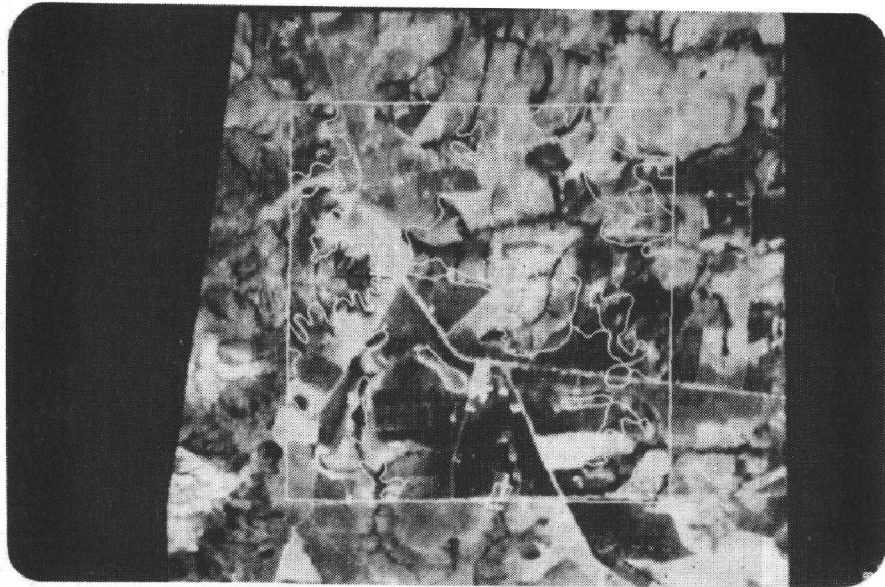


Foto 4: Imagem MSS com tratamento. Composição falsa cor, bandas 4/5/7.





Fotos 5,6 e 7: Composições falsa cor(4/5/7), superpos<sub>tas</sub> por temas digitalizados: solos, de clives e ocupação

se, até a elaboração de cartas temáticas e digitalização; uma segunda fase de preparação e tratamento de informação espectral; e uma terceira fase de interpretação e classificação de imagens.

A primeira fase, que inclui uma revisão dos dados cartográficos e bibliográficos, permitiu sintetizar as questões relativas ao ambiente em dois temas principais, que são: os solos e a declividade do terreno. Os trabalhos de campo desenvolvidos nesta oportunidade serviram para complementar esta síntese, agregando peculiaridades de cada parcela do terreno, ocupada ou não, da área em foco.

Estes temas, uma vez cartografados, foram digitalizados, tendo sido necessário desenvolver rotinas computacionais específicas para serem visualizados e superpostos à imagem landsat MSS, no equipamento RAMTEK, de Processamento Gráfico (fotos 1 e 2, figura 2 e 3 e fotos 3, 4, 5, 6 e 7).

Os detalhes desta fase de projeto constituem um segundo trabalho divulgado em cooperação com o Centro Científico-IBM, de Brasília.

Da mesma forma, para a etapa de tratamento da imagem, utilizou-se de outros recursos computacionais, desenvolvidos especificamente para melhorar a qualidade e a precisão cartográfica destes produtos.

A última etapa do esquema metodológico que representa o argumento deste trabalho, foi dedicado à interpretação das informações espectrais registradas nas subcenas (fotos 5, 6 e 7), pesquisa de campo, com levantamento em detalhes de cada parcela ocupada com a cultura de soja e aplicação do sistema de reconhecimento de padrões, do software de gerenciamento do RAMTEK, chamado ERMAN II, que produz uma classificação de imagem através do algoritmo de máxima verossimilhança.

A pesquisa de campo teve grande pe-

so nesta fase do trabalho, porque permitiu um conhecimento bastante detalhado da área em questão.

Foram visitadas todas as propriedades produtoras de soja inscrita na subcena, num total de 28 propriedades, entrevistando-se seus proprietários e obtendo-se informações quanto a área ocupada pela cultura, datas de plantio e colheita, seu manejo, variedade plantada, situação do terreno, manejo do solo e produtividade.

Estas informações, uma vez tabuladas, foram relacionadas aos valores de reflectância discriminadas pelo sistema de processamento digital, identificando-se, afinal 6 (seis) padrões de comportamento espectral, que serviram para um rastreamento e classificação final da subcena (foto 8).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem escolhida para o trabalho foi uma composição falsa, cor, bandas 4, 5 e 7. Os valores de reflectância referentes aos 6 níveis de biomassa de soja identificados nas imagens, apresentados na tabela 2, são referentes as bandas 4, 5, 6 e 7. Os números ali relacionados significam os níveis médios de reflectância e o desvio padrão das áreas selecionadas como representativas, depois de uma análise visual prévia e visitas ao campo.

O comportamento de cada amostra, ao longo do espectro eletromagnético médio, está caracterizado pelo gráfico da figura 4, que relaciona reflectância com os comprimentos de onda envolvidos. Nota-se um comportamento geral semelhante para as 6 amostras colhidas, com vértices de absorção na região da banda 5 e um pico de reflectância na região do infravermelho, ou seja, bandas 6 e 7.

A separação entre alvos e pouco nítida no espectro visível (bandas 4 e 5), sendo que nas faixas do infravermelho as

TABELA 2

## REFLECTÂNCIA MÉDIA DOS NÍVEIS DE BIOMASSA DE SOJA MEDIDA NA REGIÃO DO PAD-DF

	Banda 4		Banda 5		Banda 6		Banda 7	
	med.	d.p.	med.	d.p.	med.	d.p.	med.	d.p.
Soja 1	30.89	1.13	21.33	1.10	162.68	9.45	187.78	11.20
Soja 2	37.93	2.02	28.44	2.85	167.66	9.32	195.32	13.27
Soja 3	31.96	1.13	24.50	0.62	137.04	1.62	165.41	2.31
Soja 4	35.22	1.37	30.25	1.45	118.41	2.76	133.99	3.93
Soja 5	32.44	1.28	27.31	1.39	116.67	3.27	134.52	4.82
Soja 6	36.14	1.10	29.43	1.22	122.32	4.68	137.20	6.02

amostras apresentam um comportamento bastante distinto, ou seja, níveis de atividades biológicas bem separados.

mente, e o terceiro, inferior, constitui do pelas amostras "soja 4,5 e 6".

Este comportamento é bastante interessante, uma vez que sugere uma progressão de comportamento espectral dos alvos. Observando-se o gráfico da figura 5, nota-se que as amostras 1,3,4 e 6 apresentam-se ordenadas segundo uma função linear, tendo a amostra 5 um ligeiro desvio para a esquerda e a amostra 2, para a direita.

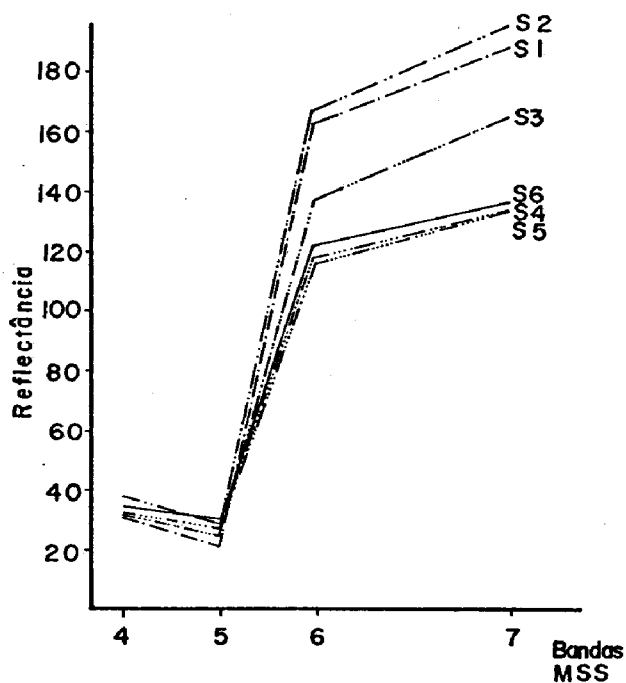


Fig. 4 - Curvas de reflectância para as classes de soja identificadas na imagem MSS de 28/02/84, do PAD-DF

Não obstante, é possível observar que, a grosso modo, ocorrem três agrupamentos preferenciais de curvas, sendo o primeiro formado pelas amostras "soja 1 e 2", o segundo pela amostra "soja 3", isolada

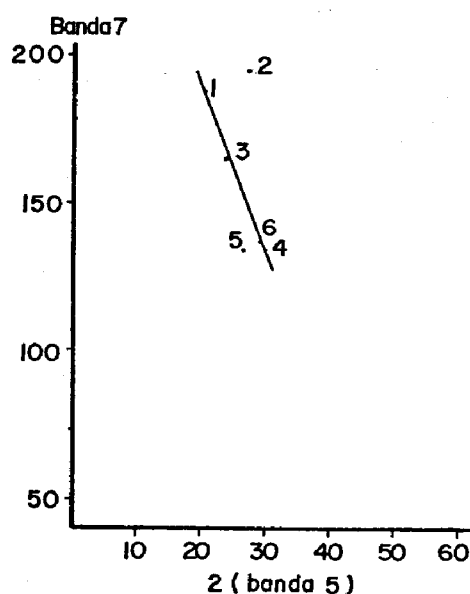


Fig. 5 - Razão espectral entre as bandas 7 e 5 da imagem MSS de 28/02/84 do PAD-DF

A relação exemplificada neste grãfi

co demonstra o comportamento diferenciado dos vegetais em relação ao comprimento de onda do vermelho (banda 5) e do infravermelho (banda 7). No primeiro caso, quanto melhor o estágio de vegetação, menores serão os valores de reflectância, uma vez que a planta necessita desta energia para a fotossíntese. Com o infravermelho se verifica o contrário, ou seja, quanto melhor a condição da cultura mais alta a sua reflectância, que será função da estrutura foliar, número de folhas, galhos, ramos, etc.

As anomalias registradas pelo gráfico da figura 5 estão relacionados à variação da declividade do terreno e sua posição em relação à incidência solar (para o caso específico da amostra 5 em comparação ao comportamento da amostra 4) e a cultivar com perda antecipada das folhas, no caso da amostra 2, que está situada nas zonas de plantio irrigado, necessitando serem tratadas no período final das chuvas quando as demais áreas de cultura de soja ainda não completaram seu ciclo.

As mais importantes variáveis levantadas no campo estão resumidas na tabela 3, podendo-se verificar que as amostras

1 e 4 encontram-se instaladas nos terrenos de melhores características, tanto em termos de declividade, como de solos, enquanto que as amostras 5 e 6 apresentam-se em zonas de maior declividade.

É evidente que existe uma relação entre a produtividade e a situação em que se encontra implantada a cultura, e esta pode ser reconhecida pelo sistema de processamento digital. E não apenas isto, mas também pode ser expressa graficamente, conforme se apresenta na figura 6, que discrimina as 6 amostras iniciais, mesmo considerando a proximidade entre as amostras 4 e 5. A razão  $(B7 - B5) \div B5$  (Hay, 1985) significa o índice de atividade biológica da cultura que, tal como na figura 5, é também decrescente, em relação à produtividade (quadro 1).

**TABELA 3**  
**RELAÇÃO ENTRE SITUAÇÃO E DESEMPENHO DAS 6 AMOSTRAS**  
**DE SOJA IDENTIFICADAS NA REGIÃO DO PAD-DF**

Amostra	Variedade	Sac/ha	Solo	Declividade
Soja 1	Cristalina	35 - 40	LV	0 - 2,5 %
Soja 2	IAC 8 e Cristalina com perda precoce de folhas	30 - 35	Lv - Le	2,5 - 5 %
Soja 3	Cristalina	27 - 30	Lv	0 - 2,5 %
Soja 4	Cristalina	23 - 25	Lv	0 - 2,5 % 2,5 - 5 %
Soja 5	Cristalina	20 - 25	Lv	2,5 - 5 % 5 - 10 %
Soja 6	Cristalina	15 - 20	Lv	5 - 10 %

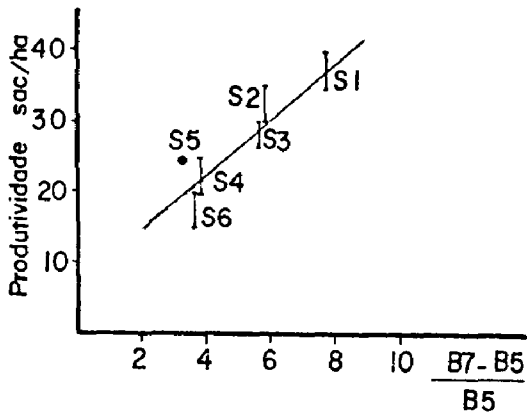


Fig. 6 - Correlação da produtividade com o índice de atividade biológica das 6 amostras de soja da imagem MSS de 28/02/84 do PAD-DF

Outros estudos foram conduzidos com esta mesma finalidade, considerando 4 variedades de soja implantadas em campos experimentais do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, tendo sido feitas simulações de veranico, conforme as características pluviométricas do Distrito Federal (Madeira Netto et alii, 1983). As informações espectrais obtidas através do espectro-radiômetro portátil ABE SEKKEI, revelaram, para a variedade Cristalina, um índice de atividade biológica da ordem de 1.04, com uma produção de 23,2 sacos/hectare (quadro 1).

O caso presente, depois de ocorrido

um veranico de 28 dias, registrou, para 6 amostras, índices que variam de 1.06 a 1.14. Comparando-se os resultados, nota-se que o índice que mais se aproxima do caso medido no CPAC (cerca de 98%) é o da amostra 4, cuja produtividade, segundo a tabela 3, varia entre 23 e 25 sacos/hectare.

Em função do que foi relacionado e analisado graficamente, procedeu-se uma classificação da subcena, com a base no algoritmo de Maxver, considerando-se os valores de reflectância medidos. A foto 8 mostra o resultado desta varredura, apresentando as 6 classes definidas em seis diferentes cores, restando, em negro, as feições não consideradas.

Analizaram-se 261.144 pixels, dos quais 41.325 correspondem às classes originais. A tabela 4 apresenta as relações em termos de hectare e produção média estimada, perfazendo um total de 15.375 ha efetivamente ocupados com a cultura de soja, que produziram cerca de 431.730 sacos.

#### QUADRO 1

#### COMPARAÇÃO ENTRE ÍNDICES DE ATIVIDADES BIOLÓGICAS DOS CULTIVOS DE SOJA MEDIDOS PELO ESPECTRO-RADIÔMETRO MANUAL E PELO SISTEMA MSS DO LANDSAT

$$IV = \frac{b7 - b5}{b7 + b5} \quad (\text{Índice de atividade biológica})$$

$$T.IV = \sqrt{IV + 0.5} \quad (\text{Transformada na IV})$$

$$T.IV = E.R \quad 1.04 \quad 23,2 \text{ sac/ha}$$

T.IV MSS

S1	-	1.14	→	0.91	
S2	-	1.12	→	0.93	
S3	-	1.11	→	0.94	
S4	-	1.06	→	0.98	→ 23 - 25 sac/ha
S5	-	0.08	→	0.96	
S6	-	0.07	→	0.97	

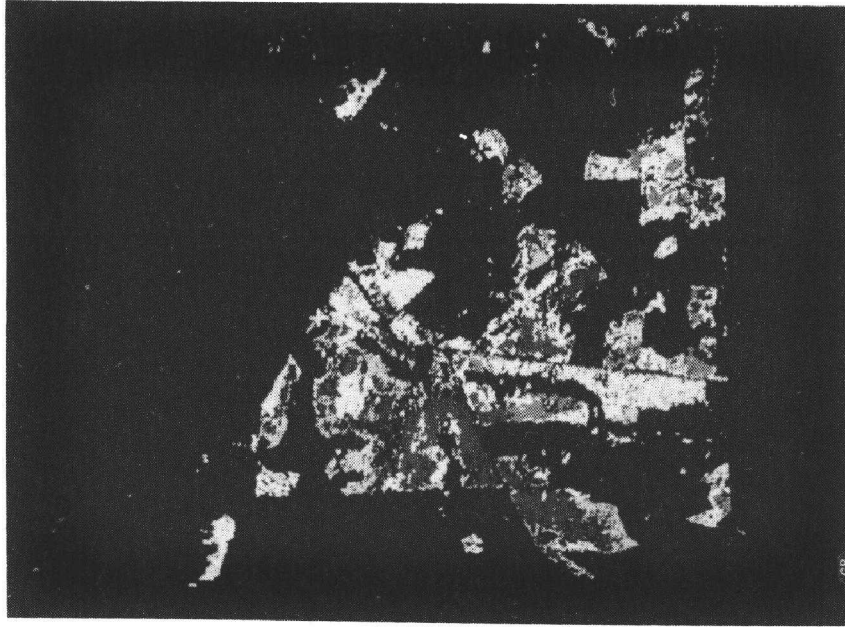


Foto 8: Imagem classificada;

- Soja 1 - Vermelho
- Soja 2 - Magenta (violeta)
- Soja 3 - Amarelo
- Soja 4 - Verde
- Soja 5 - Cian (azul claro)
- Soja 6 - Azul

**TABELA 4**  
**QUADRO ESTIMATIVO DA ÁREA OCUPADA COM CULTURAS DE SOJA E**  
**A SUA PRODUÇÃO MÉDIA, OBTIDO PELO PROCESSAMENTO DIGITAL**

Amostra	Nº de pixels	Hectares	Produção média estimada para 83/84
Soja 1	10.919	3.547,6	133.035 sacas
Soja 2	6.411	2.082,9	67.694 sacas
Soja 3	9.417	3.059,6	85.668 sacas
Soja 4	4.750	1.543,3	37.039 sacas
Soja 5	11.266	3.660,3	82.356 sacas
Soja 6	4.562	1.482,2	25.938 sacas
Total	41.325	15.375,9	431.730 sacas

#### 4. CONCLUSÃO

A área pesquisada como foi mencionada antes, corresponde apenas a parte da região sob influência da COOPA-DF. A subcena amostrada abrange parte do Distrito Federal e Goiás, embora os mapas de superposição se restrinjam à zona com recobrimento aerofotogramétrico e disponibilidade de carta planialtimétrica. Desta forma os dados apresentados não constituem a totalidade da área plantada, e muito menos a produção total dos cooperativados. No entanto, a estimativa de 431.739 sacos (tab. 5), obtidos pela correlação de número de pixels e a sua área, correspondem a cerca de 28 sacos/ha, equivalente à produção média desta região\*. Isto, isoladamente, ainda não comprova a eficiência do método, mas dá garantia do interesse na continuidade da pesquisa, enfocando outras regiões do cerrado.

A confiança nestes números se deve principalmente ao controle de campo, facilitado pela reduzida dimensão da área e do, relativamente, alto nível de informações que se dispõe, da região. Portanto

\* Dado fornecido pela direção técnica da COOPA-DF.

to, dentro dos objetivos que esta pesquisa foi concebida, a proposta de identificar e acompanhar a evolução de culturas de soja em regiões do cerrado é evidentemente executável.

Para se ter uma avaliação aproximada da produção, ou melhor dizendo, uma expectativa de produtividade de uma certa área não é necessário mais que uma imagem, mas é preciso que esta seja de um período em que a cultura esteja próxima do pico de sua vida evolutiva, quando variáveis sazonais ou ecológicas não interfiram. No caso presente, o período de veranico é uma coincidência bastante favorável pois, além de coincidir com este estágio da evolução da planta, é também a única época possível de se obter imagens sem cobertura de nuvens, durante a estação chuvosa nos cerrados.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANOM, Gerald J.F. Correção do efeito de listras nas imagens Landsat. Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional (6:1983 set., 26-30: São José dos Campos, SP).

BANOM, Gerald J.F. Implantação de um sistema de tratamento de imagens usando

- do uma definição ampla da imagem, III Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Rio de Janeiro, 17p., 1984.
- BAUER, M.E. The remote sensing in determining the distribution and yields of crops. Advances in Agronomy. N.C. Brady (ed) vol. 27. Academic Press, pp 271-304, 1975.
- GARCIA, G.J. Sensoriamento remoto: princípios e interpretação de imagens. Ed. Nobel, São Paulo, São Paulo.SP, 375 p., 1982.
- HAY, Claire M. Remote sensing measurement techniques for use in crop inventories. In: Remote Sensing for Resource Management", Chris J. Johannsen & James L. Sanders (ed). Ankeny, Iowa. SCSA, 1982.
- HOFER, R.M. Interpretations of remote multispectral imagery of agricultural crops. Purdue University Agricultural Experimental Station Research Bulletin, 831, 1967.
- MADEIRA, N.J.S. & FUKUHARA, M. Espinoza, W. Assinaturas espectrais de quatro variedades de soja. Trabalhos técnicos-científicos desenvolvidos pelo projeto de cooperação em pesquisa agrícola nos cerrados do Brasil, 1980-1983. EMBRAPA/CPACerrados, 245-252.
- PAIVA, R.M. Algumas possibilidades de crescimento da população agrícola no Brasil. Revista Economica Rural da SOBER - Brasília, 21(4):529-546, out/dez, 1983.
- PONTES, C.S. Cálculo e correção da distorção causada pelo efeito de refração da terra em uma imagem de satélite. Centro Científico - IBM Brasília, Relatório Técnico 24. Brasília, outubro 1984, 16p., 11.