

**RELAÇÕES DE PRODUTIVIDADE DE SOJA
EM CENAS DO SATÉLITE LANDSAT (MSS)
NUMA ÁREA DE CERRADOS PRÓXIMA A
BRASÍLIA: UM APORTE METODOLÓGICO**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária—EMBRAPA

Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados—CPAC

Planaltina, DF

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: José Sarney

Ministro da Agricultura: Iris Rezende Machado

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Presidente: Ormuz Freitas Rivaldo

Diretores: Ali Aldersi Saab

Derli Chaves Machado da Silva

Francisco Ferrer Bezerra

Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC

Chefe: Wenceslau J. Goedert

Chefe Adjunto Técnico: Euclides Kornelius

Chefe Adjunto Administrativo: Pedro Jaime de Carvalho Genú

**RELAÇÕES DE PRODUTIVIDADE DE SOJA EM CENAS DO SATÉLITE LANDSAT (MSS)
NUMA ÁREA DE CERRADOS PRÓXIMA A BRASÍLIA: UM APORTE METODOLÓGICO**

Paulo Jorge Rosa Carneiro



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC
Planaltina, DF

Copyright © EMBRAPA - 1987

Exemplares deste documento podem ser solicitados ao:

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS - CPAC
BR 020 - km 18 - Rodovia Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 70.0023
73.300 Planaltina, DF
Telefone: (061) 596-1171
Telex: 0611621

Tiragem: 1.200 exemplares

Editor: Comitê de publicações

João Pereira

José Carlos Sousa Silva

José Luiz Fernandes Zoby

Leocadia M.R. Mecnas - Secretária

Luiz Carlos Bhering Nasser - Presidente

Suzana Sperry

Revisão: Dilermando Lúcio de Oliveira

Normalização: Leocadia M.R. Mecnas

Composição: Luis Gerônimo dos Santos

Capa, desenho e montagem: Nilda Maria da Cunha Sette

Distribuição: Daniel Venâncio Bezerra

Carneiro, Paulo Jorge Rosa.

Relações de produtividade de soja em cenas do satélite Landsat (MSS) numa área de Cerrados próxima a Brasília: um aporte metodológico. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1987.

25 p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de pesquisa, 31)

1. Soja-Cultivo-Solo-Cerrado. 2. Soja-Produtividade-Solo-Cerrado. 3. Satélite-Imagem-Uso. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF. II. Título. III. Série.

CDD 633.3409155

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1 Localização e situação da área estudada.....	8
2.2 Equipamentos e dados bibliográficos.....	9
2.3 Metodologia.....	10
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4 CONCLUSÕES.....	23
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

RELAÇÕES DE PRODUTIVIDADE DE SOJA EM CENAS DO SATÉLITE LANDSAT (MSS)
NUMA ÁREA DE CERRADOS PRÓXIMA A BRASÍLIA: UM APORTE METODOLÓGICO

Paulo Jorge Rosa Carneiro¹

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 essa evolução com eficiência, fornecendo dados precisos, como de área plantada a expectativa de produção, que são de grande utilidade ao planejamento de ações necessárias à dinamização do setor.

ABSTRACT

Soybean growing recently introduced in the Cerrados 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 Geólogo, Geotécnico, Especialista em sensoriamento remoto, Consultor do convênio IICA/EMBRAPA.

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, infra-estruturais e econômicos envolvidos nos processos normais de produção e 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 Cerrados é bastante dinâmica, com culturas como a da soja protagonizando a abertura de novas fronteiras.

Nos estados de 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 esse 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 dos recursos da superfície terrestre abriu uma perspectiva de análise sistêmica 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 desses equipamentos pode ser de até 16 dias. Além do mais, 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 estádios evolutivos.

O tratamento computacional das imagens obtidas através desses equipamentos propicia a distinção de diferentes padrões espectrais das culturas, os quais podem ser relacionados a fatores ambientais, tratamentos culturais e outros eventuais fenômenos. Dessa forma, a metodologia aqui apresentada foi desenvolvida no sentido de definir um sistema de identificação de culturas e estimativa de áreas plantadas que possa 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 da região dos Cerrados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e situação da área estudada

Por razões de proximidade e facilidade de acesso, foi escolhida, dentro do Distrito Federal, parte da área destinada ao Programa de Assentamento Dirigido (PAD-DF), compreendido entre os meridianos $47^{\circ} 30' 00''$ WG e $47^{\circ} 30' 30''$ WG e paralelos $15^{\circ} 55' 00''$ S e $16^{\circ} 03' 00''$ S, onde a cultura da soja foi implantada a partir de 1977. Trata-se de uma parte da COOPA-DF¹ que corresponde ao limite sudeste do Distrito Federal e é cortada pela rodovia BR 256 (Brasília-Unai), estando a sede da cooperativa situada no km 40.

Essa área representa uma paisagem bastante comum no Planalto Central. Constitui uma região plana a suavemente ondulada, costumeiramente denominada de "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. Existem, ainda, Cambissolos, Hidromórficos e algumas ocorrências de Podzólicos.

As zonas mais aplainadas (0 a 3% de declividade) são dominadas por Latossolos Vermelho-Amarelos, enquanto que nas demais (> 3 a 10%) predominam os Latossolos Vermelho-Escuros, Cambissolos e Hidromórficos.

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

Os dados pluviométricos do Distrito Federal, e em particular da COOPA-DF, dão conta de uma média anual em torno de 1500 mm de precipitação.

¹ COOPA-DF - Cooperativa Agropecuária do Distrito Federal

pitação, 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. Esse comportamento típico, como mostra a Tabela 1, 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.

TABELA 1. Probabilidade (%) de ocorrência de chuvas (igual ou superior a). Frequência de precipitação no PAD-DF.

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
Maio	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

Fonte: CAESB 1983; COOPA-DF 1983/85

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 1:100.000, fotografias aéreas pancromáticas de 1975 e 1982, escala 1:40.000, da CODEPLAN, e imagem Landsat de 28/03/84, sistema MSS, bandas 4, 5, 6 e 7, gravadas em fitas CCT e

adquiridas no Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE/CNPq. Essa cena é coincidente com o final do veranico ocorrido nessa ocasião, que teve duração de 28 dias.

Os equipamentos empregados na análise e interpretação dos dados foram: 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 computadores IBM - 4341.

2.3 Metodologia

A Fig. 1 apresenta um diagrama que resume o trabalho, do ponto de vista metodológico, em três fases, sendo a primeira, de preparação dos dados de base, 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 nessa oportunidade serviram para complementar essa síntese, agregando peculiaridades de cada parcela do terreno, ocupada ou não, da área em foco.

Esses 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 (Figs. 2 a 10).

Os detalhes dessa fase do projeto constituem um segundo trabalho, divulgado em cooperação com o Centro Científico-IBM de Brasília (Pontes 1984).

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

A última etapa do esquema metodológico que representa o argumento deste trabalho foi dedicada à interpretação das informações espectrais registradas nas subcenas (Figs. 8, 9 e 10), 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

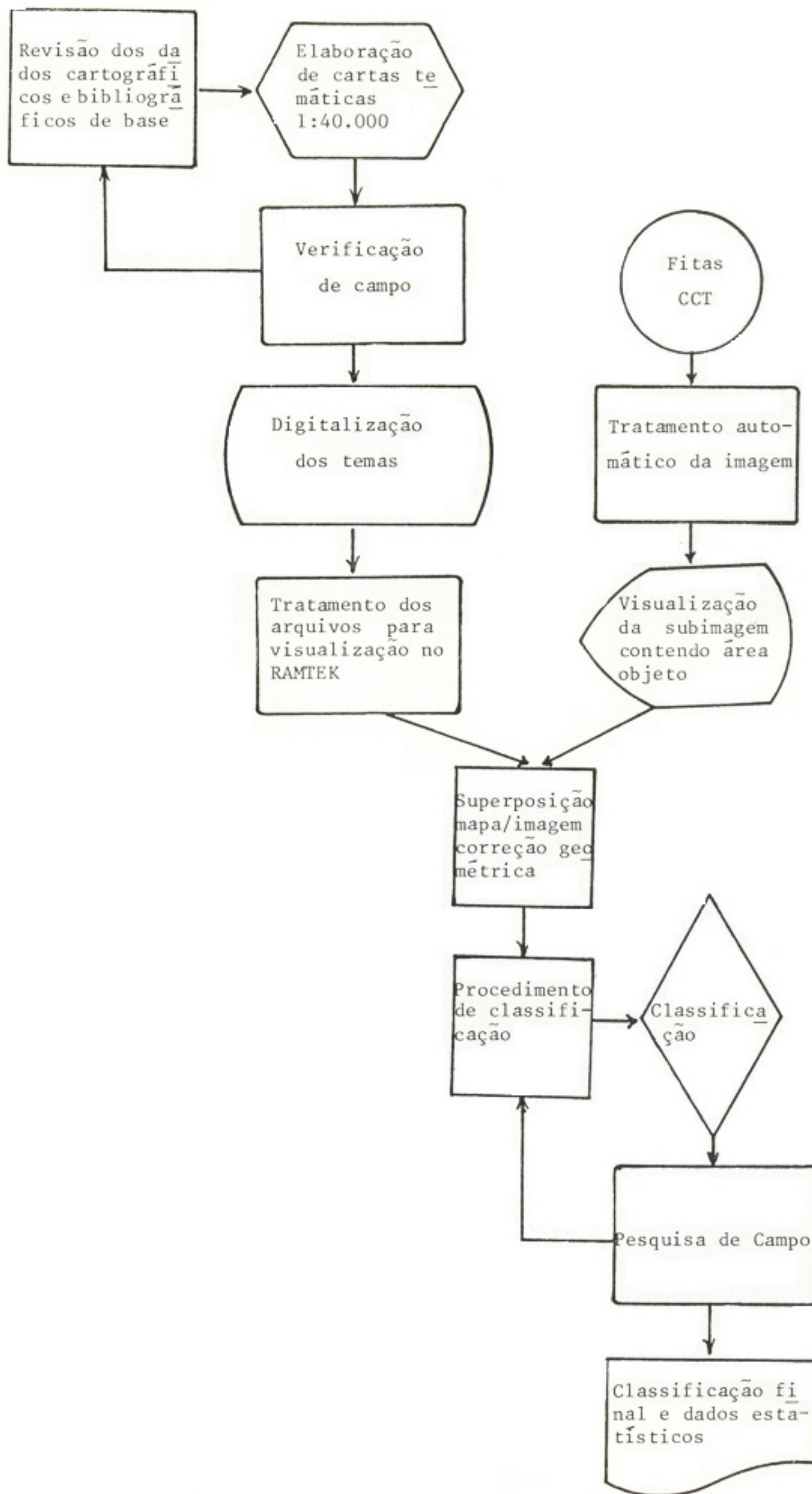


FIG. 1. Resumo do procedimento metodológico.

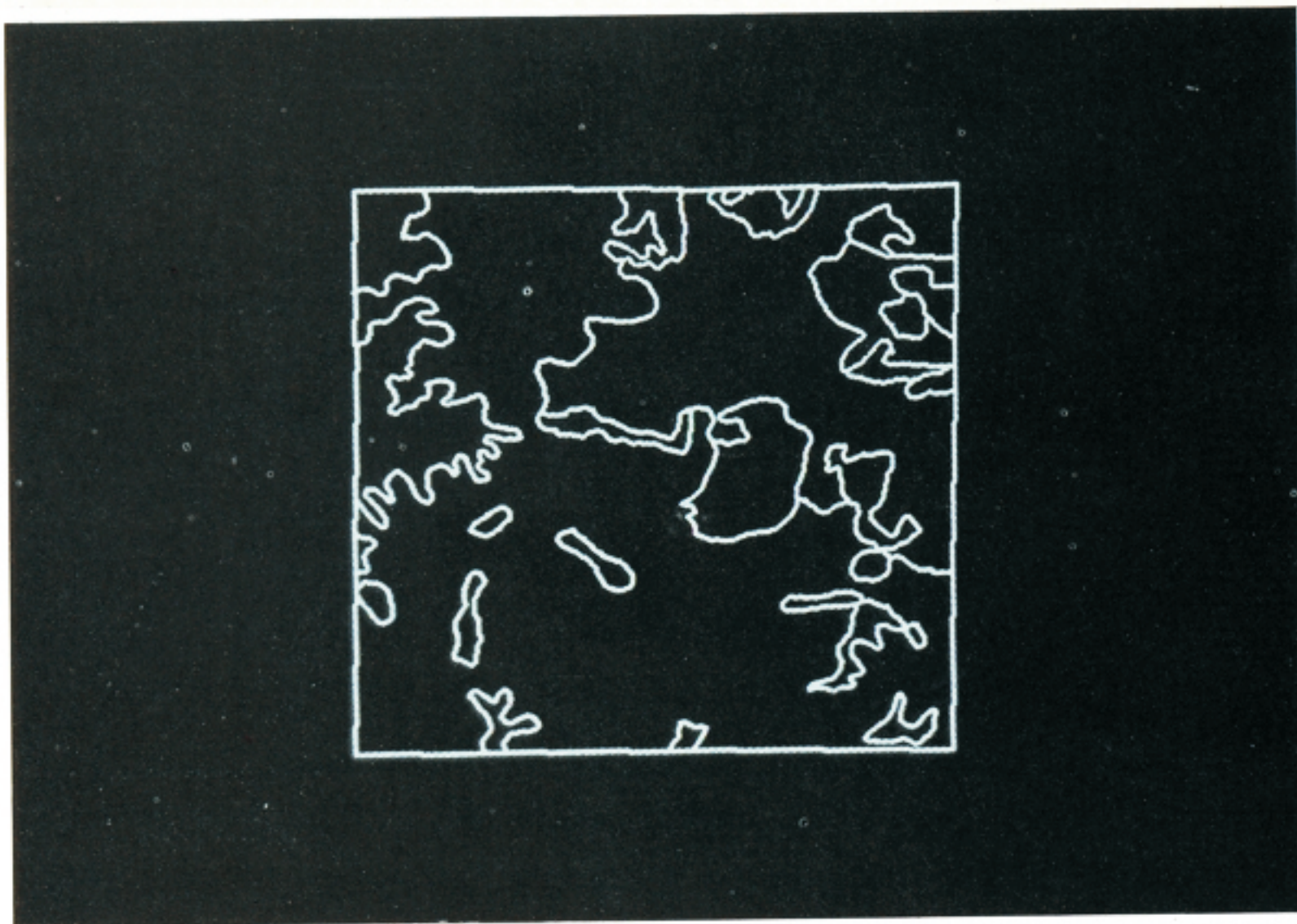


FIG. 2. Mapa de solos digitalizado, visualizado no terminal RAMTEK.

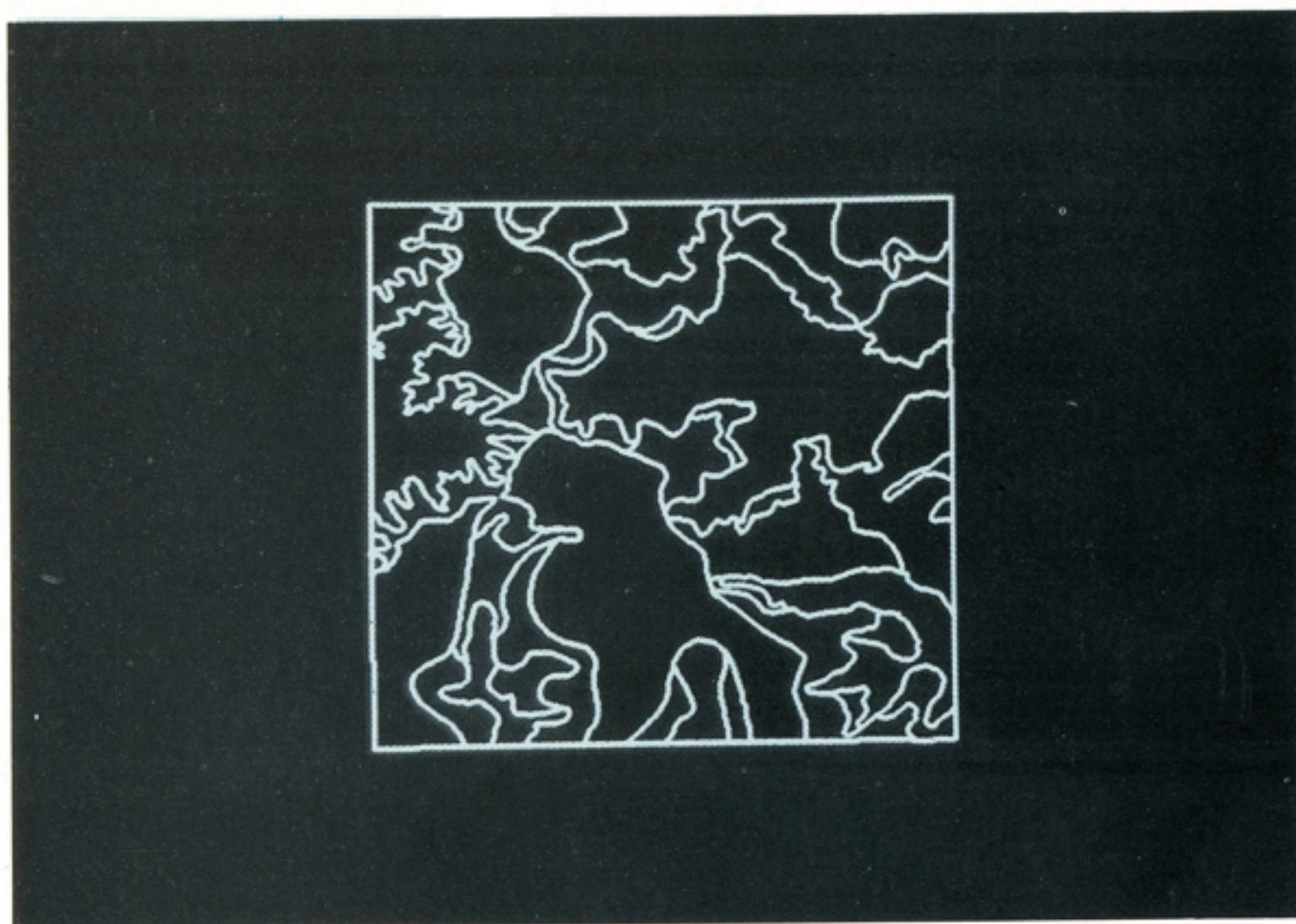


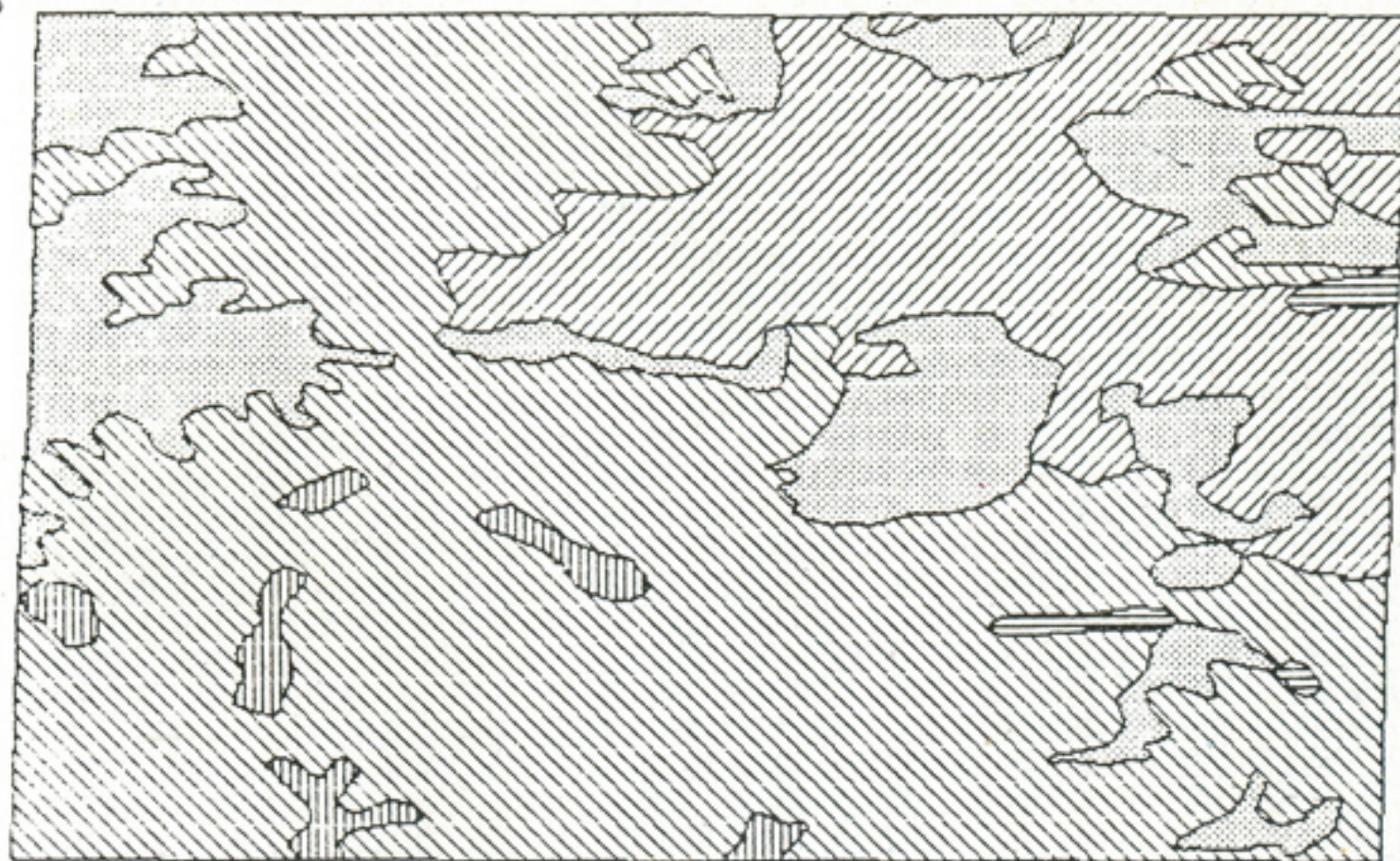
FIG. 3. Mapa de declives digitalizado, visualizado no terminal RAMTEK.

47° 37' 30"

47° 30' 00"

5

15° 55' 00"



16° 03' 00"






- | | | |
|--|---|---|
|  Latossolo Vermelho-Amarelo |  Latossolo Vermelho-Escuro | |
|  Cambissolo |  Hidromórfico |  Podzólico |

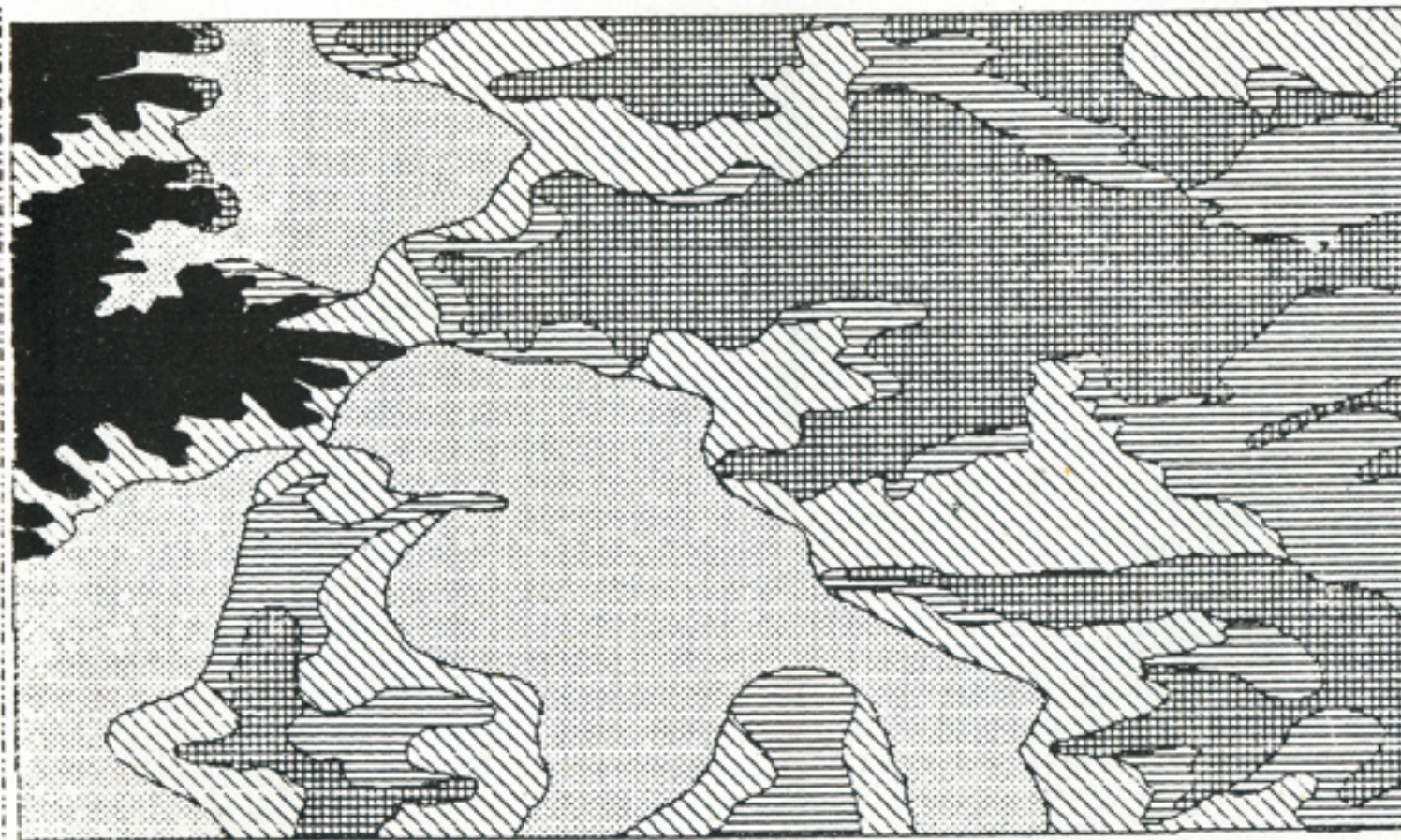
FIG. 4. Mapa de solos de parte da região do PAD-DF digitalizado pelo sistema Summagraphics/Canon AS 100.

47° 30' 30"

47° 30' 00"

0

15° 55' 00"



16° 03' 00"






- | | |
|--|--|
|  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% | |

FIG. 5. Mapa de declives da região do PAD-DF digitalizado pelo sistema Summagraphics/Canon AS 100.

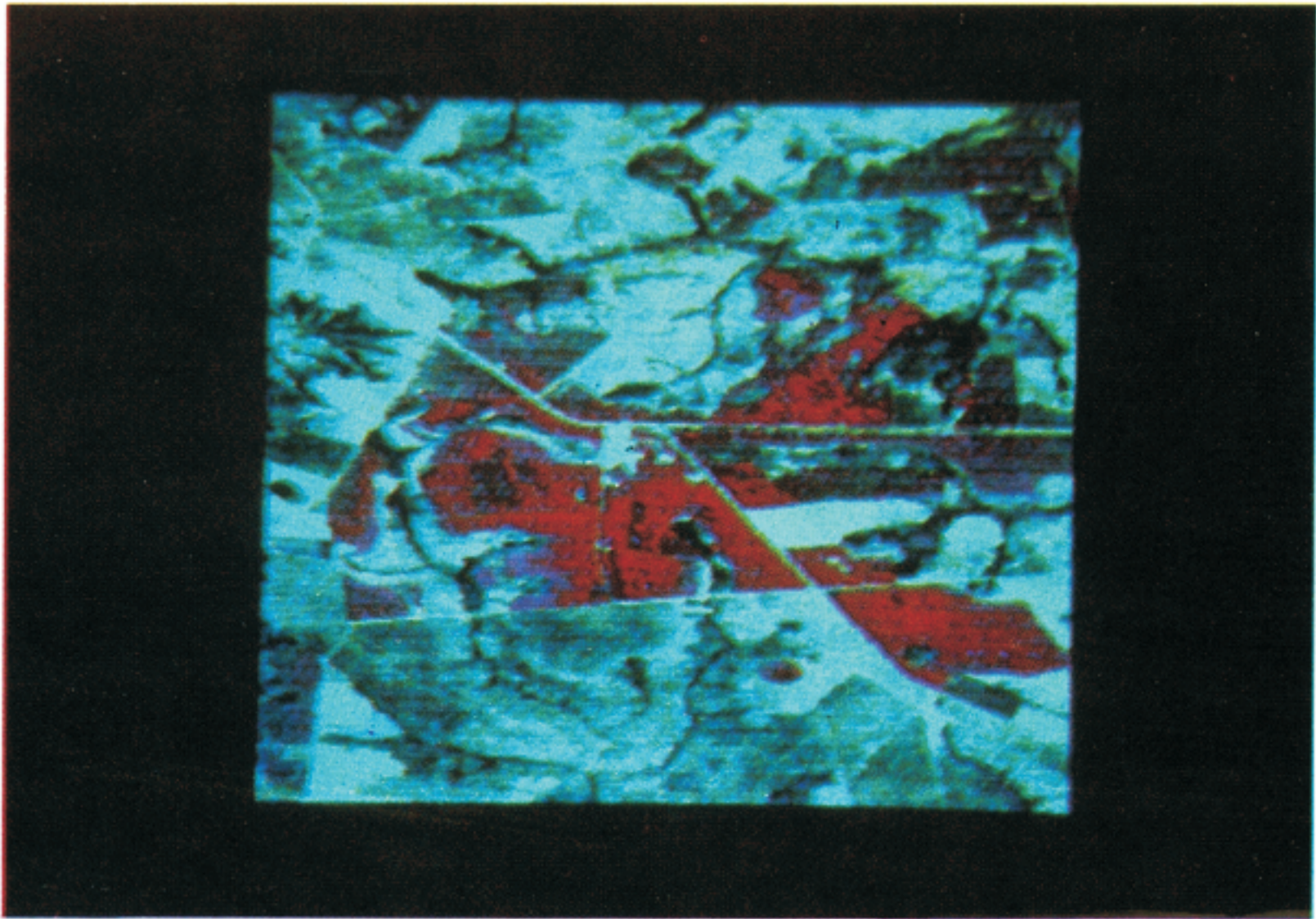


FIG. 6. Imagem MSS sem tratamento. Composição falsa cor, bandas 4/5/7.

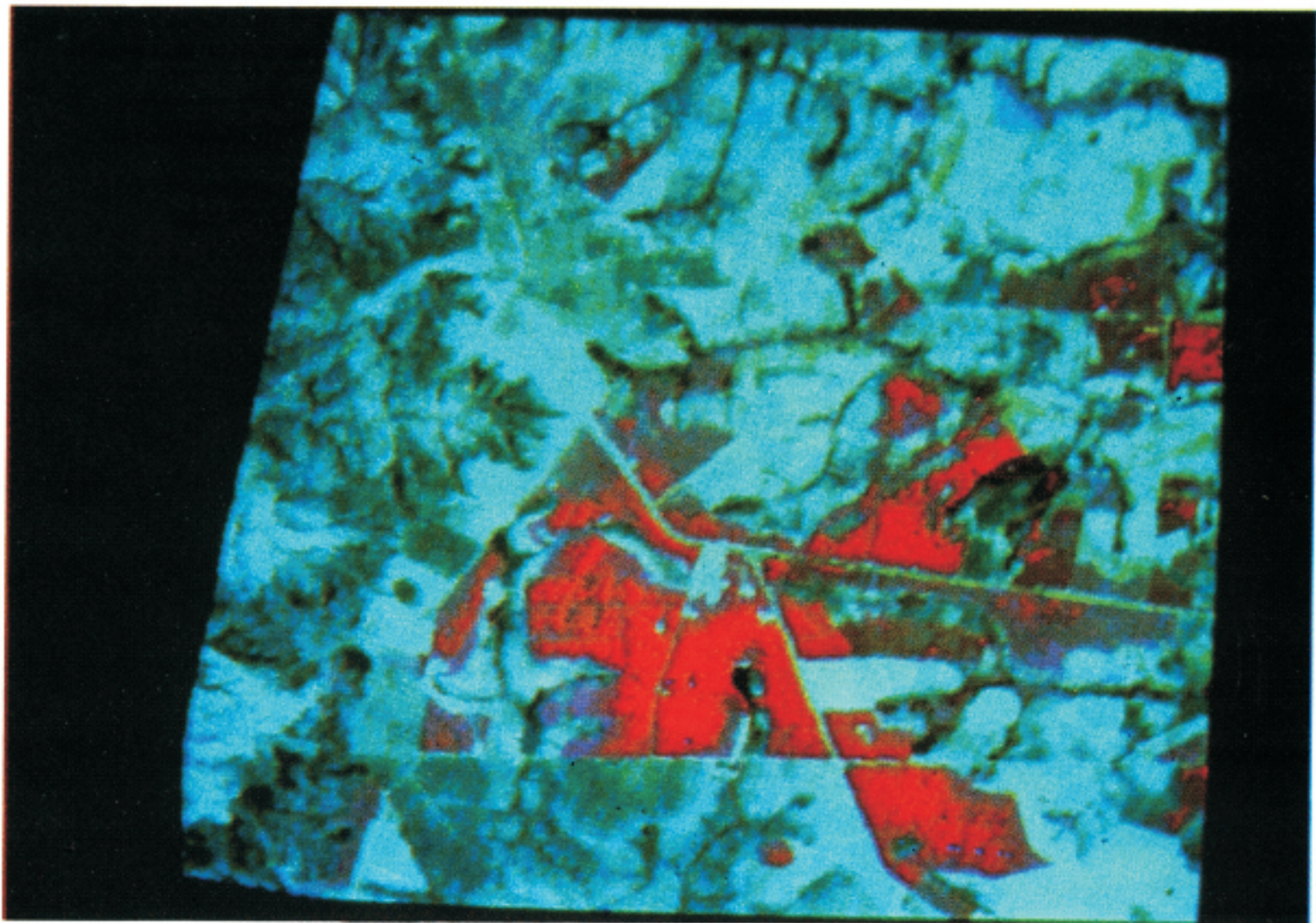


FIG. 7. Imagem MSS com tratamento. Composição falsa cor, bandas 4/5/7.



FIG. 8. Composição falsa cor (4/5/7), superposição do tema solos.



FIG. 9. Composição falsa cor (4/5/7), superposição do tema declive.

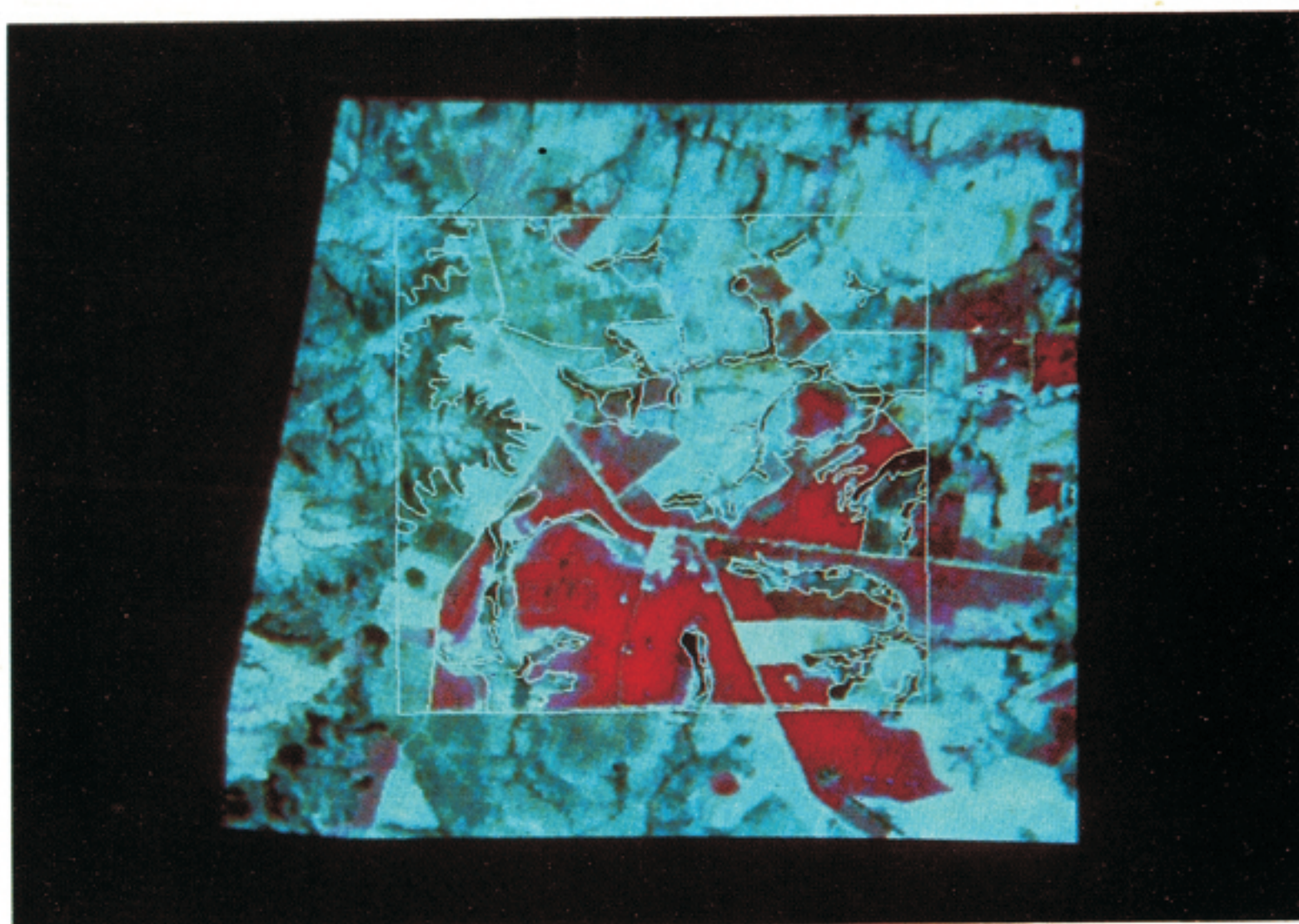


FIG. 10. Composição falsa cor (4/5/7), superposição do tema ocupação.

de gerenciamento do RAMTEK, chamado ERMAN II, que produz uma classificação da imagem através de algoritmo de máxima verossimilhança.

A pesquisa de campo teve grande peso nessa fase do trabalho, porque permitiu um conhecimento bastante detalhado da área em questão.

Foram visitadas todas as propriedades produtoras de soja inscritas 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 produtividades obtidas.

Essas informações, uma vez tabuladas, foram relacionadas com os valores de reflectância discriminados pelo sistema de processamento digital, identificando-se, afinal, seis padrões de comportamento espectral, que serviram para um rastreamento e classificação final da subcena (Fig. 11).

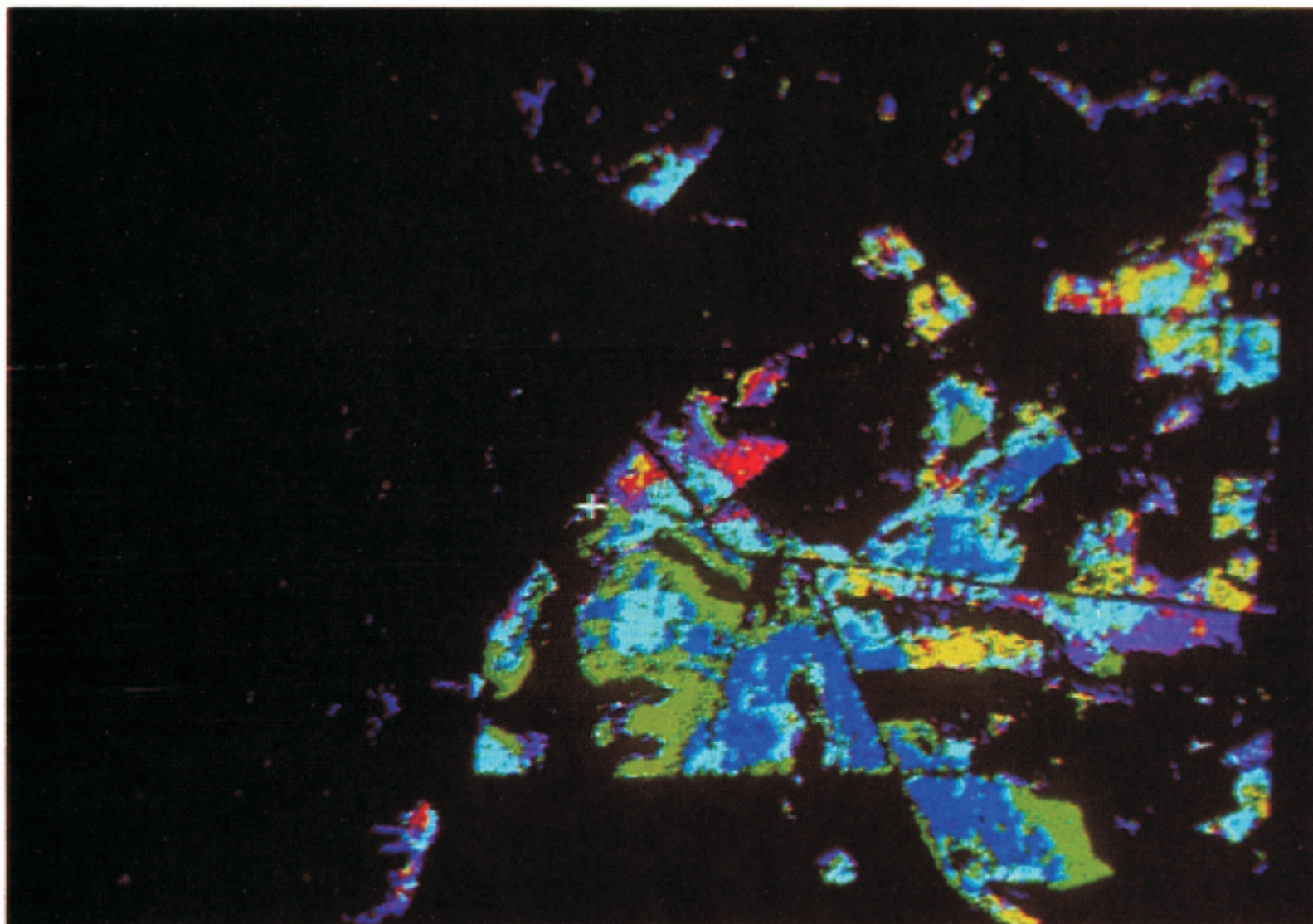


FIG. 11. Imagem classificada. Soja 1 - Vermelho; Soja 2 - Magenta (violeta); Soja 3 - Amarelo; Soja 4 - Verde; Soja 5 - Cian (azul-claro); Soja 6 - Azul.

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 às 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 medido, está caracterizado pelo gráfico da Fig. 12, 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 é pouco nítida no espectro visível (bandas 4 e 5), sendo que nas faixas de infravermelho as amostras apre

TABELA 2. Reflectância média dos níveis de biomassa de soja medida na região do PAD-DF

Canal MSS Classes	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

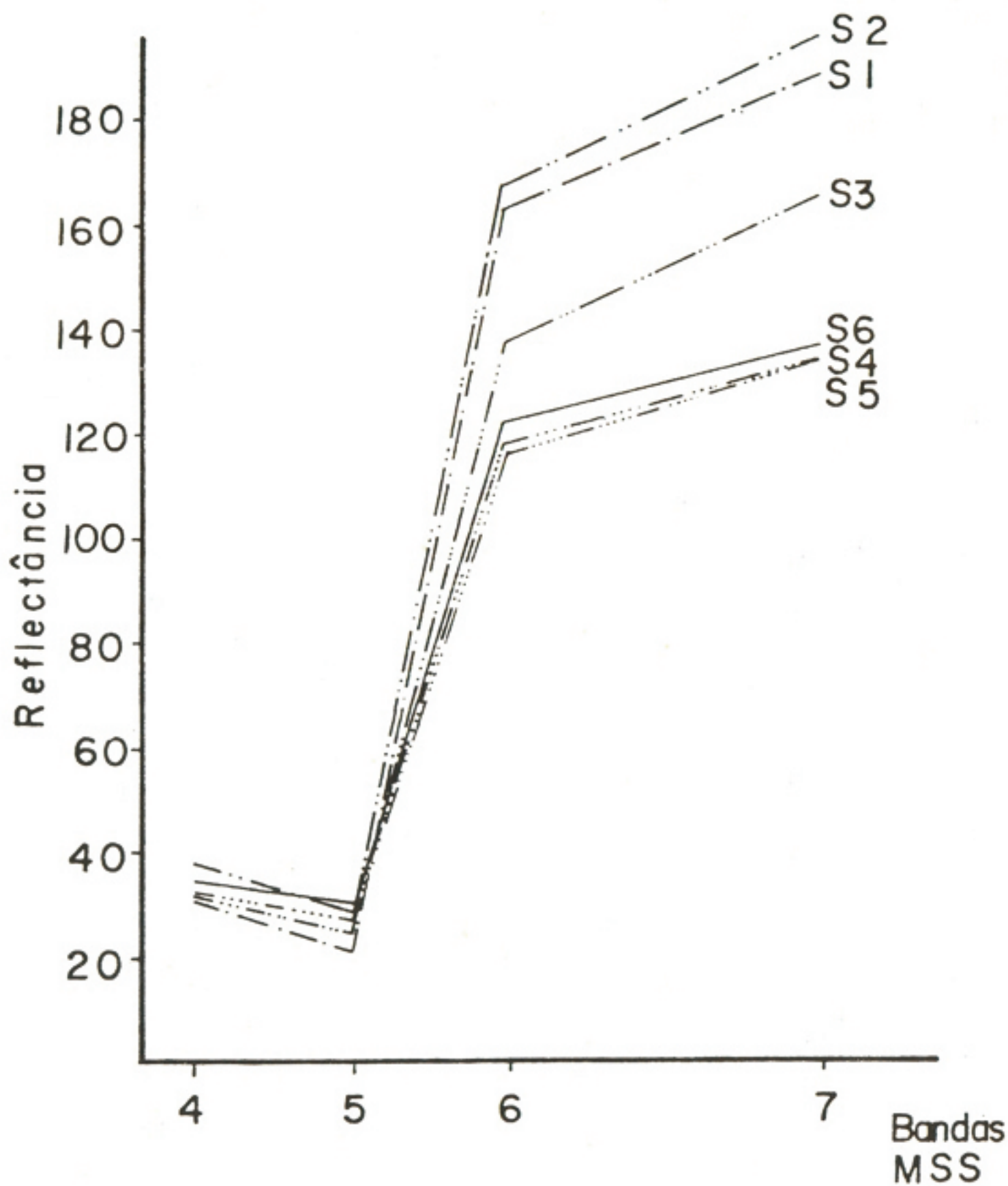


FIG. 12. Curvas de reflectância para as 6 classes de soja identificadas na imagem MSS de 28/08/84, do PAD-DF.

sentam um comportamento bastante distinto, ou seja, níveis de atividade biológica bem separados. Não obstante, é possível observar que, grosso modo, ocorrem três agrupamentos preferenciais de curvas, sendo o primeiro formado pelas amostras "soja 1 e 2", o segundo pela amostra "soja 3", isoladamente, e o terceiro, inferior, constituído pelas amostras "soja 4, 5 e 6".

Esse comportamento é bastante interessante, uma vez que sugere uma progressão de comportamento espectral dos alvos. Observando-se o gráfico da Fig. 13, 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.

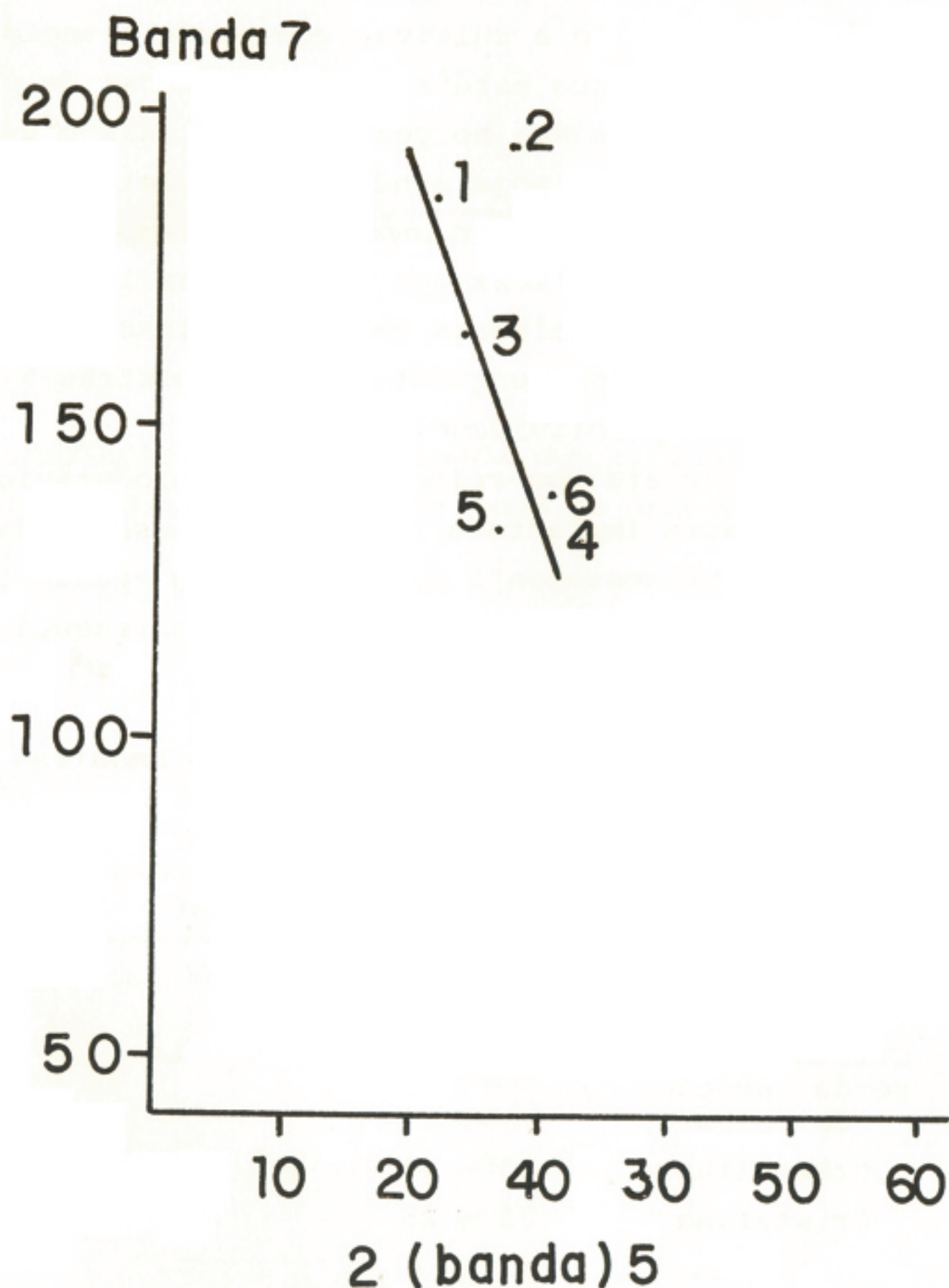


FIG. 13. Razão espectral entre as bandas 7 e 5 da imagem MSS de 28 de agosto de 1984, do PAD-DF.

A relação exemplificada nesse gráfico 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 da vegetação, menor serão os valores de reflectância, uma vez que a planta absorve essa 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 na Fig. 13 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 resumidos 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 essa pode ser reconhecida pelo sistema de processamento digital. E não apenas isso, mas também pode ser expressa graficamente, conforme se apresenta na Fig.14,

TABELA 3. Relação entre situação e desempenho das 6 amostras de soja identificadas na região do PAD-DF

Amostras	Variedade	Sacas/ha	Solo	Declividade
Soja 1	Cristalina	35 - 40	Lv	0 - 2,5%
Soja 2	IAC 8 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%

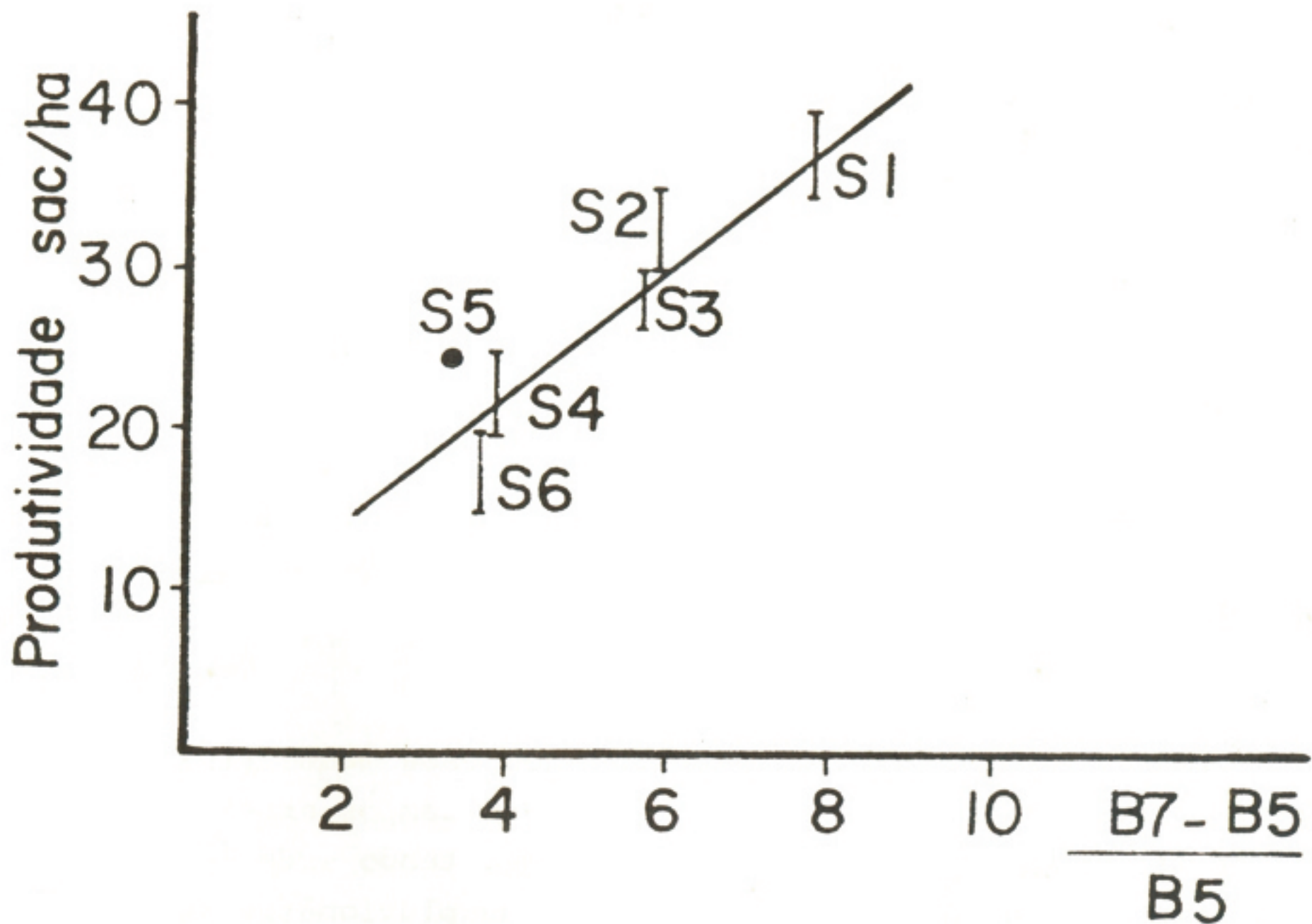


FIG. 14. Correlação da produtividade com o índice de atividade de biológica das 6 amostras de soja da imagem MSS de 28/08/84, do PAD-DF.

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 Fig. 13, é também decrescente, em relação à produtividade, conforme mostra o esquema a seguir, que é uma comparação entre índices de atividades biológicas dos cultivos de soja medidos pelo espectro-radiômetro manual e pelo sistema MSS do Landsat:

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

$$T.IV \Rightarrow \sqrt{IV + 0.5} \text{ (Transformada de IV)}$$

$$T.IV \Rightarrow \text{E.R.} \longrightarrow 1.04 \longrightarrow 23,2 \text{ sacos/ha}$$

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 sacos/ha

S5 - 0.08 → 0.96

S6 - 0.07 → 0.97

Outros estudos foram conduzidos com essa 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 al. 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 (ver esquema comparativo).

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 a uma classificação da subcena, com base no algoritmo de Maxver, considerando-se os valores de reflectância medidos. A Fig. 11 mostra o resultado dessa varredura, apresentando as 6 classes definidas em seis diferentes cores, restando, em negro, as feições não consideradas.

Analisaram-se 261.144 pixels, dos quais 41.325 correspondem às 6 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.

TABELA 4. Estimativa da área ocupada com culturas de soja e a sua produção média, obtida 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 CONCLUSÕES

A área pesquisada 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. Dessa forma, os dados apresentados não constituem a totalidade da área plantada, e muito menos a produção total dos cooperativados. No entanto, a estimativa de 431.730 sacos (Tabela 4), obtida pela correlação de número de pixels e a sua área, corresponde a cerca de 28 sacos/ha, equivalente à produção média dessa região¹. Isso, isoladamente, ainda não comprova a eficiência do método, mas dá garantia do interesse na continuidade da pesquisa, enfocando outras regiões dos Cerrados.

A confiança nesses números se deve principalmente ao controle de campo, facilitado pela reduzida dimensão da área e do relativamente alto nível de informações de que se dispõe da região. Portanto, dentro dos objetivos com que essa pesquisa foi concebida, a proposta de identificar e acompanhar a evolução de culturas de soja em regiões dos Cerrados é, evidentemente, executável.

¹ Dado fornecido pela direção técnica da COOPA-DF

Para se ter uma avaliação aproximada da produção, ou melhor dizendo, uma expectativa de produtividade de uma certa área, não é necessária mais que uma imagem, mas é preciso que essa 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 esse estágio da evolução da planta, é também a única época possível de se obterem imagens sem cobertura de nuvens, durante a estação chuvosa nos Cerrados.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANOM, G.J.F. Correção do efeito de listras nas imagens Landsat. s.n.t. Trabalho apresentado no VI Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, São José dos Campos, SP, 1983.
- BANOM, G.J.F. Implantação de um sistema de tratamento de imagens usando uma definição ampla da imagem. s.n.t. Trabalho apresentado no III Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Rio de Janeiro, 1984.
- BAUER, M.E. The remote sensing in determining the distribution and yields of crops. Adv. Agron., 27:271-304, 1975
- GARCIA, G.J. Sensoriamento remoto; princípios e interpretação de imagens. São Paulo, Nobel, 1982. 375p.
- HAY, C.M. Remote sensing measurement techniques for use in crop inventories. In: JOHANNSEN, C.J. & SANDERS, J.L., ed. Remote sensing for resource management. s.l., SCSA, 1982. p.420-33.
- HOFER, R.M. Interpretations of remote multispectral imagery of agricultural crops. Purdue, Purdue Univ. Agric. Exp. Stn. 1967. (Research bulletin, 831)
- MADEIRA NETTO, J. da S.; FUKUHARA, M.; ESPINOZA, W. Assinaturas espectrais de quatro variedades de soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF. Trabalhos técnicos-científicos desenvolvidos pelo Projeto de Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1980-1983. Planaltina, 1983. p.245-52.
- PAIVA, R.M. Algumas possibilidades de crescimento da população agrícola no Brasil. R.Econ.rural, 21(4):529-46, 1983.
- PONTES, C.S. Cálculo e correção da distorção causada pelo efeito de rotação da terra em uma imagem de satélite. Brasília, IBM, 1984. 16p. (Relatório técnico, 24)

