IDENTIFICAÇÃO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*) ATRAVÉS DE FOTOGRAFIAS AÉREAS INFRAVERMELHAS COLORIDAS E DADOS MULTIES- PECTRAIS DO SATÉLITE LANDSAT

NATALIO FELIPE KOFFLER

Engenheiro Agrônomo, Mestre
Pesquisador
IAA/PLANALSUCAR

Orientador: Prof. Dr. GERALDO VICTORINO DE FRANÇA

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil
Outubro, 1982

*À Cristina, minha paciente
esposa,*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao IAA/PLANALSUCAR, por fornecer as condições materiais que possibilitaram a elaboração deste trabalho. E, em especial, aos senhores:

- Engº Agrº Luiz Carlos Correa Carvalho, Superintendente Geral, pela autorização;
- Engº Agrº Ivan Chaves de Sousa, Coordenador de Planejamento e Avaliação, pela compreensão e incentivo.

Ao Dr. Geraldo Victorino de França, professor do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela orientação e colaboração.

Aos Engenheiros Agrônomos Dr. Humberto de Campos e Norberto Antonio Lavorenti pela orientação e colaboração nas análises estatísticas.

Aos Engenheiros Agrônômos Luiz Carlos Miller, da Usina São João, e Fernando Ometto Zancaner, da Usina Santa Lúcia, pelo fornecimento de informações valiosas.

À equipe do Setor de Controle de Qualidade do Departamento de Geração de Imagens do Instituto de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista, pelas facilidades oferecidas e a cooperação técnica.

Às Engenheiras Agrônomas Sônia Maria de Stefa-

no e Regina A. P. P. Ramiro pelo auxílio na computação de da
dos estatísticos.

Aos Engenheiros Agrônomos Mario Valério Filho,
do Instituto de Pesquisas Espaciais, e Pedro Luiz Donzeli,
do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, pela cooperaa
ção técnica.

As Srt^{as} Rosa Maria Nalin e Janete Inês Grossi
pela datilografia e confecção dos desenhos.

Aos demais colegas do IAA/PLANALSUCAR e a to-
dos que, direta ou indiretamente, contribuíram para tornar
possível a realização deste trabalho.

ÍNDICE

Página

RESUMO	vi
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Conceitos gerais de sensoriamento remoto	4
2.2. Fotografias aéreas na identificação de cultu- ras	15
2.3. Imagens de satélite na identificação de cultu- ras	21
2.4. Análise quantitativa em fotografias aéreas ..	28
2.5. Análise quantitativa em imagens de satélite .	38
3. MATERIAL E MÉTODOS	48
3.1. Aspectos gerais da cultura canavieira	48
3.2. Descrição geral da área de estudo	51
3.3. Fotografias aéreas	54
3.3.1. Infravermelhas coloridas	54
3.3.2. Pancromáticas	55
3.4. Imagens do satélite LANDSAT	57
3.5. Mapas	61
3.6. Densitômetro	64
3.7. Analisador multiespectral Image-100	68
3.8. Cartas de cores	69
3.9. Outros equipamentos	70
3.10. Seleção de sub-áreas para estudo detalhado ..	70

	Página
3.11. Identificação e mapeamento do uso da terra ..	71
3.12. Análises espectrais	81
3.12.1. Em fotografias aéreas infravermelhas coloridas	81
3.12.2. Em transparências LANDSAT	85
3.12.3. Em fitas compatíveis com computador .	87
3.13. Análise temporal	89
3.14. Análise estatística	90
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
4.1. Análise das fotografias aéreas infravermelhas coloridas	96
4.1.1. Análise discriminativa espectral	101
4.2. Análise das transparências LANDSAT	108
4.2.1. Análise discriminativa espectral	120
4.2.2. Análise discriminativa temporal	125
4.3. Análise dos dados LANDSAT em fitas CCT	133
4.3.1. Análise discriminativa espectral	142
4.3.2. Análise discriminativa temporal	146
4.4. Comparação entre tipos de imagens	161
4.4.1. Entre fotografias aéreas infraverme- lhas coloridas e imagens LANDSAT	164
4.4.2. Entre dados LANDSAT em transparências e em fitas CCT	171
5. CONCLUSÕES	177
LITERATURA CITADA	181
APÊNDICE	194

IDENTIFICAÇÃO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum*
spp.) ATRAVÉS DE FOTOGRAFIAS AÉREAS INFRAVERMELHAS CO-
LORIDAS E DADOS MULTIESPECTRAIS DO SATÉLITE LANDSAT

Natalio Felipe Koffler

Orientador: Prof. Geraldo Victorino de França

RESUMO

Faz-se uma análise da utilização de fotografias aéreas infravermelhas coloridas (escala 1:20.000) e dados de três passagens do satélite LANDSAT (transparências na escala 1:250.000 e fitas CCT) na identificação da cultura da cana-de-açúcar visando obter parâmetros para futuros trabalhos de mapeamento. A área de estudo está localizada no município de Araras, Estado de São Paulo, onde predominam solos com horizonte B-latossólico, de relevo suave ondulado, propiciando o cultivo em glebas extensas. Os produtos fotográficos são examinados por meio de densitometria, utilizando-se o analisador multiespectral Image-100 para os dados digitalizados. Diferentes aspectos fenológicos da cana-de-açúcar são analisados em confronto com outras categorias de uso da terra de ocorrência significativa na região. Nas condições do estudo, os resultados permitiram chegar, entre outras, às seguintes conclusões: a) a cana-de-açúcar apresentou características espectrais próprias, que permitiram a sua discrimi-

nação de outras categorias de uso da terra em fotografias aéreas infravermelhas coloridas e em dados do LANDSAT; b) as razões espectrais canal 5/canal 7 em transparências LANDSAT, e canal 7/canal 5 em fitas CCT, mostraram-se muito promissoras para a classificação automática da cana-de-açúcar, quando combinadas com a dimensão temporal proporcionada pelas passagens do satélite em 06/04/78 e 23/07/78; c) em fotografias aéreas infravermelhas coloridas, a densidade normalizada do filtro vermelho foi o parâmetro que mais evidenciou diferenças entre cana-de-açúcar e as demais categorias; d) cada um dos produtos de sensores remotos analisados apresentou características vantajosas sob determinados aspectos: a riqueza de detalhes fornecidos pelas fotografias aéreas infravermelhas coloridas as fazem mais indicadas para interpretação visual; a pobre resolução geométrica e a dimensão temporal oferecidas pelas imagens LANDSAT as tornam mais adequadas para a interpretação automática.

IDENTIFICATION OF SUGARCANE (*Saccharum*
spp.) BY INFRARED COLOR AERIAL PHOTO-
GRAPHS AND LANDSAT MULTISPECTRAL DATA

Natalio Felipe Koffler

Adviser: Prof. Geraldo Victorino de França

SUMMARY

An analysis is made of the utilization of color infrared aerial photographs (1:20,000 scale) and LANDSAT da
ta (transparencies in 1:250,000 scale and CCT's digital da
ta) for sugarcane fields identification aiming at future a-
rea surveys. The study area is located in the municipality
of Araras, State of São Paulo, where soils with B - latosolic
horizon are predominant. In this area there is a gently rol-
ling topography which is favourable for extensive field unit
cultivation. The photographic products are analysed by densii
tometry, and the Image-100 system is used to read the digital
data. Phenological aspects of sugarcane are analysed as com-
pared to other types of land use in the region. The following
conclusions were drawn from this study: a) the sugarcane pre
sented unique spectral characteristics that enable its dis-
crimination from other land use units by both color aerial
infrared photographs and by LANDSAT data; b) in LANDSAT da
ta, the spectral ratios channel 5/channel 7 for transparen-

cies and channel 7/channel 5 for the digital form, were promising for automatic classification of sugarcane when combined with the time dimension supplied by the April 6, 1978 and July 23, 1978 data; c) in color infrared aerial photographs the red filter normalized density was the best index to point out differences between sugarcane and the other types of land use; d) each remote sensor product analysed presented advantages in specific aspects: the wealth of details provided by the color infrared aerial photographs are better suited for visual interpretation; the poor geometrical resolution and the time dimension provided by LANDSAT data are better suited for automatic interpretation.

1. INTRODUÇÃO

A previsão da produção agrícola é uma atividade imprescindível praticada em quase todos os países do mundo. O valor desse tipo de informação é indiscutível para o planejamento da produção, armazenamento e transporte, bem como para orientar as negociações de exportação/importação de produtos agrícolas.

No Brasil tem-se dado grande ênfase a esses aspectos com respeito à cultura da cana-de-açúcar, devido à grande importância que apresenta na economia nacional, tendo em vista a produção de açúcar para os mercados interno e externo, bem como a alternativa energética proporcionada pelo álcool etílico, cuja produção vem sendo incentivada nos últimos anos.

Aqui, em função de periódicas estimativas das safras agrícolas, são elaborados os "Planos de Safra" governamentais que estabelecem as quotas de produção para todas

as unidades industriais do País.

A tecnologia do sensoriamento remoto, seja através de fotografias aéreas ou imagens de satélite, pode contribuir significativamente para melhorar a qualidade das informações, principalmente quanto ao dimensionamento da área efetivamente ocupada pela cultura e a determinação da sua distribuição geográfica.

Assim, desenvolveu-se esta pesquisa visando verificar o potencial que apresentam diferentes produtos de sensores remotos para a identificação da cultura da cana-de-açúcar, com vistas a futuros trabalhos de mapeamento.

Para se alcançar esse objetivo, o comportamento espectral da cultura da cana-de-açúcar foi analisado em confronto com outros tipos de uso da terra, através dos seguintes produtos de sensores remotos: a) fotografias aéreas infravermelhas coloridas; b) imagens multiespectrais do satélite LANDSAT; e c) dados multiespectrais do satélite LANDSAT digitalizados em fitas compatíveis com computador (CCT).

Este estudo foi realizado em uma área situada no município de Araras, Estado de São Paulo, pelos seguintes motivos:

- 1) é uma importante área canavieira;
- 2) dispõe de diferentes produtos de sensores remotos obtidos sobre a área durante o mesmo ano (1978);

3) as usinas da região possuem informações detalhadas da cultura da cana-de-açúcar em grande parte da área de estudo;

4) os solos cultivados com cana-de-açúcar são representativos de outras regiões canavieiras do Estado de São Paulo, possibilitando a extrapolação dos resultados obtidos.

Com a realização deste trabalho espera-se contribuir para a seleção de características que possam ser úteis em futuros levantamentos da cana-de-açúcar por meio de técnicas automáticas de análise de dados de sensoriamento remoto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Conceitos Gerais de Sensoriamento Remoto

A Sociedade Americana de Fotogrametria define sensoriamento remoto como a medida ou obtenção de informações sobre propriedades de um objeto ou fenômeno, por um sistema de registro que não esteja em contato físico com o objeto ou fenômeno em estudo. É a utilização à distância (a partir de aeronaves, veículos espaciais ou navios) de um dispositivo para reunir informações ambientais, tais como medidas de campos magnéticos, radiação eletromagnética ou energia acústica (REEVES, 1975).

O termo sensoriamento remoto resultou da evolução da habilidade do homem de observar em regiões do espectro eletromagnético além da faixa de visão humana e da sensibilidade fotográfica, através de imageadores no infravermelho termal e micro-ondas, espectrômetros de raios gama aero-

transportados, e outros. Completando-se o quadro com o advento das plataformas espaciais, *sensoriamento remoto* surge como expressão mais abrangente do que o tradicional *levantamento aerofotográfico*. Analogamente, começa-se a usar o termo *imagem*, em substituição a *fotografia*, e *análise de imagens* ao invés de *fotointerpretação*.

A energia eletromagnética é fundamental para o sensoriamento remoto, constituindo-se em um elo de comunicação de alta velocidade entre o sensor e objetos localizados remotamente. Mudanças na qualidade e propriedades da radiação eletromagnética tornam-se, quando detectadas, uma valiosa fonte de dados para interpretar as propriedades do meio com o qual ela interage.

A Figura 1 ilustra o espectro eletromagnético. Segundo BAUER (1975), a faixa de 0,3 μm a 100 cm é a utilizada em sensoriamento remoto. A porção visível que se estende de 0,4 a 0,7 μm é composta por comprimentos de onda aos quais nossos olhos são sensíveis.

Quando a radiação eletromagnética atinge a matéria, ocorrem alguns fenômenos físicos:

- a) uma parte da energia retorna ao espaço que contém a fonte de radiação: é a *reflexão*;
- b) uma segunda parte entra na matéria e desaparece em seu interior: é a *absorção*;
- c) uma terceira e última parte, atravessa a ma

téria: é a *transmissão*.

Figura 1. O espectro eletromagnético. A parte inferior enfatiza as regiões mais importantes em sensoriamento remoto multispectral (BAUER, 1975).

Em sensoriamento remoto interessa o primeiro desses fenômenos: a reflexão. A reflexão é examinada sob a

forma de duas variáveis relativas: albedo, que é a relação entre toda a luz refletida pela superfície e toda a luz incidente; e reflectância, razão entre a radiação refletida em uma direção específica e a radiação incidente a um determinado comprimento de onda.

Para GOILLLOT (1980), em uma primeira aproximação, a fotografia pode ser considerada como uma imagem da reflectância da cena: a tonalidade ou cor em cada ponto é determinada pela alteração espectral da radiação solar incidente em cada elemento da superfície da cena; a densidade ótica do filme está relacionada à intensidade da radiação refletida.

ESTES e SIMONETT (1975) comentam que diferentes objetos refletem diferentes quantidades de energia e em diferentes comprimentos de onda. Estas diferenças espectrais são registradas em uma imagem na forma de variações tonais, de cores ou de densidade. Os sensores remotos buscam detectar e mostrar as diferenças em tonalidade ou cor entre objetos ou entre um objeto e o ambiente, sem as quais não haverá imagem identificável.

Dentro dos comprimentos de onda na região visível do espectro eletromagnético, o olho humano normal é capaz de distinguir diferentes cores. As cores primárias, azul, verde e vermelho são compostas por comprimentos de onda ligeiramente diferentes: o azul é composto de energia ten

do ondas de 0,4 a 0,5 μm ; o verde de 0,5 a 0,6 μm e o vermelho de 0,6 a 0,7 μm . Todos os demais matizes existentes na natureza são produzidos por combinações dessas três cores primárias; por exemplo, o amarelo é formado pela combinação de vermelho e verde. A luz branca resulta da combinação de todas as cores visíveis, assim, se um objeto reflete toda a energia visível que o encontra, aparece branco para o olho humano. Por outro lado, se absorve toda a luz sem refletir nada, aparece preto. Se absorve toda a energia verde e vermelha, refletindo azul, aparecerá azul.

Segundo LECHI (1980), a fotointerpretação clássica em agricultura é desenvolvida utilizando-se os seguintes meios: a) fotografias aéreas em preto-e-branco; b) fotografias aéreas coloridas; c) fotografias aéreas infravermelhas coloridas ou em preto-e-branco; d) fotografias multiespectrais; e) imagens de satélite.

No caso de imagens preto-e-branco em papel as informações estão relacionadas a variações em tons de cinza, ou a variações de densidade em se tratando de transparências. LECHI (1980) ressalta a superioridade das transparências, em se tratando de fotos preto-e-branco, por apresentarem cerca de 10 vezes mais informações tonais do que aquelas em papel. Como consequência, pode-se esperar uma melhor interpretação de transparências, se bem que à primeira vista pareça ser mais fácil interpretar imagens em papel. Para WELCH (1968) uma fotografia aérea na escala 1:16.000 em pa-

pel apresenta uma definição comparável a uma transparência na escala 1:27.000.

ESTES e SIMONETT (1975) comentam a desvantagem das imagens em preto-e-branco, nas quais as diferenças entre cores são perdidas e os objetos aparecem em tons de cinza, que não correspondem necessariamente às suas características naturais, dificultando a interpretação. Já as imagens coloridas facilitam a interpretação pois proporcionam ao intérprete uma visão mais familiar do objeto sob investigação.

TARKINGTON e SOREM (1963) explicam que o processo da fotografia colorida é baseado nos seguintes princípios: a) a cor percebida pelo olho humano pode ser produzida por misturas de apenas três cores adequadamente escolhidas chamadas primárias; b) podem ser obtidas emulsões fotográficas para responder seletivamente a cada uma dessas três cores; c) existem reagentes químicos que podem produzir três corantes distintos, cada um deles capaz de absorver essencialmente apenas uma das cores primárias escolhidas. Se bem que, teoricamente, não seja fixo ou único o conjunto de três cores primárias, na prática tem-se considerado as cores produzidas pela luz a partir de sucessivos terços do espectro visível: vermelho, verde e azul. Para estas cores primárias são utilizados corantes específicos: ciano que absorve o vermelho, magenta que absorve o verde e amarelo que absorve o azul. Estas últimas cores são chamadas complementares ou primárias subtrativas.

Um material fotográfico colorido baseado no uso de cores primárias consiste em três camadas sensíveis coladas a um suporte, cada camada sendo sensível a uma diferente cor primária e capaz de produzir a apropriada cor "in situ" (Figura 2). A quantidade de corante produzido numa área do filme está relacionada com a quantidade de prata revelada; esta, por sua vez, está relacionada com a intensidade da luz refletida pela área correspondente na cena original. Assim, cada camada é um registro independente do brilho de uma cor primária e, com a superposição das três camadas, as cores e brilhos da cena são reproduzidos dentro dos limites impostos no processo. TARKINGTON e SOREM (1963) advertem que, enquanto as cores da cena podem ser obtidas com aproximação em fotografias com base nos princípios apresentados, uma subsequente determinação colorimétrica não implicará necessariamente em uma caracterização espectral.

Segundo EASTMAN KODAK (1976), qualquer porção do espectro à qual materiais fotográficos são sensíveis, pode ser registrada em um filme colorido se a emulsão for correspondentemente sensibilizada. Ademais, a cor produzida em uma particular camada da emulsão não necessita estar relacionada com a cor da luz à qual a camada é sensível. Se este relacionamento não é complementar, as cores resultantes são falsas. Filmes infravermelhos coloridos, também chamados de falsa-cor são utilizados para enfatizar diferenças entre objetos visualmente semelhantes. Os filmes sensíveis ao infra-

Figura 2. Esquema do processo de um filme colorido típico (SLATER, 1975).

Figura 3. Esquema do processo de um filme infravermelho colorido (SLATER, 1975).

vermelho destacam diferenças de reflectância no infravermelho próximo do espectro eletromagnético. A Figura 3 é um diagrama simplificado que demonstra graficamente como as cores do terreno são alteradas em um filme infravermelho colorido.

Como mostra a Figura 3, todas as três camadas são sensíveis à radiação azul. Assim, para limitar a exposição de cada camada do filme infravermelho apenas às regiões espectrais de interesse, usa-se sempre um filtro amarelo (minus-blue) sobre as lentes da câmara fotográfica. Dessa forma, as camadas atuam como se fossem sensíveis apenas à radiação infravermelha, verde e vermelha. Com um processamento reversivo, forma-se a cor ciano na camada sensível ao infravermelho, amarelo na camada sensível ao verde e magenta na camada sensível ao vermelho. Na porção inferior da figura observa-se as cores resultantes: a radiação infravermelha aparece vermelha como resultado da combinação de amarelo com magenta e ausência de ciano. O vermelho aparece verde, devido à combinação de ciano com amarelo e ausência de magenta. O verde aparece azul, como resultado da combinação de ciano com magenta e ausência de amarelo. O azul da cena original, não tendo sido registrado devido ao filtro, é reproduzido em preto. Numerosas outras cores serão formadas, dependendo das proporções de verde, vermelho e infravermelho refletidas ou transmitidas pelo objeto original.

LUEDER (1959) comenta o trabalho de Bennett que relacionou as cores registradas em filmes infravermelhos

coloridos com a provável cor real e a reflectância no infravermelho (Tabela 1).

Tabela 1. As cores em filmes infravermelhos, prováveis cores reais e reflectância no infravermelho - I.V. (LUE-
DER, 1959).

NO FILME	COR REAL PROVÁVEL	REFLECTÂNCIA I.V.
vermelho	azul ou preto	sim
marrom a preto	azul ou preto	não
magenta	verde	sim
azul a azul-púrpura	verde	não
amarelo	vermelho, marrom, laranja	sim
verde	vermelho, marrom, laranja	não
branco	branco ou amarelo	sim
ciano	branco ou amarelo	não

Historicamente, os filmes coloridos sensíveis à radiação infravermelha foram desenvolvidos para detectar camuflagem por meio de fotografias aéreas. Esses filmes eram eficazes quando usados para fotografar objetos pintados para imitar folhagem. Como as pinturas devem ter características de reflectância no infravermelho bem diferentes do que vegetação, tem-se como resultado em fotografias coloridas infravermelhas, áreas de florestas saudáveis em cores magenta ou

vermelho, enquanto que os objetos pintados de verde aparecem em púrpura ou azul. Todavia, atualmente já estão disponíveis tintas cujas curvas espectrais aproximam-se das características de vegetação.

HOFFER *et alii* (1972) refere-se aos filmes coloridos normais ou infravermelhos como *fotografias multiemulsão*, por incorporarem três diferentes camadas de emulsão em apenas uma fotografia, cada uma das quais sensível a uma diferente parte do espectro eletromagnético. Utiliza esta denominação em analogia à *fotografia multiespectral*, que envolve o uso de diferentes filmes e filtros para fotografar uma mesma cena em diferentes faixas do espectro, produzindo uma foto preto-e-branco para cada faixa.

YOST e WENDEROTH (1968) apontam a vantagem das fotografias multiespectrais sobre as coloridas, pelo fato de objetos com diferentes curvas espectrais poderem produzir uma mesma cor na fotografia colorida. Já a fotografia multiespectral proporciona a possibilidade de se selecionar diferentes combinações de filmes e filtros, específicas para separar os objetos de interesse, desde que realmente apresentem diferentes comportamentos espectrais.

BAUER (1975) comenta que para se obter imagens além dos limites do espectro eletromagnético utilizados pelos filmes fotográficos (0,4 a 1,0 μm), foram desenvolvidos os imageadores ótico-mecânicos multiespectrais. Estes imagea

dores de varredura são capazes de coletar dados desde o espectro visível até o infravermelho termal (0,3 a 14,0 μm) e, graças à sua característica de produzir sinais eletrônicos transmissíveis a estações receptoras em terra, têm sido utilizados nos satélites para levantamento de recursos naturais da Terra da série LANDSAT.

2.2. Fotografias Aéreas na Identificação de Culturas

As fotografias aéreas tornaram-se indispensáveis nos estudos da superfície terrestre, graças à visão panorâmica que proporcionam, com uma riqueza de detalhes que permitem explicar fenômenos da paisagem de grande importância nos levantamentos de recursos naturais.

Entre os diversos aspectos ilustrados por essas fotografias, a vegetação, seja natural ou organizada pelo homem, pode ser considerada como o mais facilmente observável pois, recobrando o solo, é o principal objeto a interagir com a radiação eletromagnética responsável pela formação da imagem fotográfica.

Segundo STEINER (1970), a partir de 1950 um grande número de pesquisadores em várias partes do mundo tem se dedicado à identificação detalhada de culturas agrícolas em fotografias aéreas.

MYERS *et alii* (1975) comentam que o maior pro-

blema encontrado pelo fotointérprete nesse tipo de estudo é o desenvolvimento de técnicas que forneçam tanto velocidade como precisão no mapeamento. Assim, várias pesquisas têm sido realizadas visando, principalmente, determinar os tipos de filme fotográfico mais adequados.

ANSON (1968), comparando fotografias aéreas pancromáticas, coloridas normais e infravermelhas coloridas para identificar tipos de vegetação natural e de uso da terra, verificou que a fotografia infravermelha colorida apresenta as seguintes vantagens: a) possibilita um entendimento mais claro e rápido do padrão de uso da terra; b) permite maior diferenciação entre os diferentes padrões de uso da terra; c) o detalhe que registra é excelente para delinear os limites de diferentes tipos de vegetação. Estes aspectos têm sido confirmados posteriormente por diversos autores, entre os quais NORTHROP e JOHNSON (1970), GARCIA (1975) e STEPHENS (1976).

Para FRITZ (1967), a detecção de qualquer fator que afete o crescimento das plantas pode ser uma potencial aplicação para o uso do filme infravermelho colorido. O objetivo primário da fotografia com esse tipo de filme poderá ser a determinação de características normais da vegetação, ou então para revelar a presença de doenças ou pragas.

Este mesmo autor explica que a maioria dos tipos de folhagem não difere muito na região visível do espec-

tro, como mostra a Figura 4. A pequena elevação de cada curva na região do verde é suficiente para dar a aparência verde. Apesar de diferenças na cor da vegetação serem visíveis, são muito pequenas para a gama de verdes possíveis de produzir em emulsões fotográficas. Entretanto, a reflectância geralmente alta da vegetação no infravermelho e as grandes diferenças que aí ocorrem, explicam o valor de um filme sensível a esta região do espectro para detectar alterações nas condições da folhagem e entre diferentes coberturas vegetais. Como estas diferenças são registradas juntamente com as que ocorrem no visível, o filme infravermelho colorido fornecerá mais informações do que um filme infravermelho preto-e-branco.

Figura 4. Reflectância espectral de alguns tipos de vegetação (FRITZ, 1967).

BECKING (1959) observa que para o estudo da vegetação a fotografia colorida apresenta vantagens intrínsecas sobre a fotografia em preto-e-branco, particularmente em aplicações onde a interpretação depende da obtenção de cores naturais. As fotografias preto-e-branco são limitadas a reproduzir somente tons de cinza monocromáticos, podendo ser apenas parcialmente melhoradas por combinações específicas de filmes e filtros para aumentar o contraste entre espécies vegetais. Mesmo assim, o resultado final será registrado na limitada gama de tons preto, cinza e branco, dos quais o olho humano pode distinguir apenas de 100 a 300. Por outro lado, é possível distinguir cerca de 200.000 cores quanto a variações em matiz, valor e croma.

Nesse mesmo aspecto, STEPHENS (1976) aponta a vantagem da fotografia infravermelha colorida de ser mais precisa e rápida na identificação de culturas graças à maior gama de matizes, valores e cromas que apresenta quando comparada com a fotografia colorida normal. Uma característica importante da fotografia infravermelha é a detecção da presença de vegetação morta que aparece em cores verde-azuladas ou azul, em contraste com os tons de vermelho ou magenta característicos de vegetação sadia.

DOVERSPYKE *et alii* (1965) descrevem a metodologia operacional muito utilizada em levantamentos do uso da terra: a separação das classes de uso da terra é executada através da superposição de uma grade de pontos na fotografia

aérea e identificação do uso coincidente com cada ponto superimposto. Várias classificações são daí derivadas, quando os dados são submetidos a análises estatísticas usuais.

Seguindo esta metodologia, vários trabalhos foram realizados no Brasil, destacando-se os de CHIARINI *et alii* (1976 e 1978) para o uso geral das terras do Estado de São Paulo, IBC/GERCA (1968) sobre a cultura do café, SERRA FQ *et alii* (1974) para cobertura vegetal natural e reflorestamento e KOFFLER *et alii* (1979 e 1980) com ênfase na cultura da cana-de-açúcar. Todos eles se utilizaram das fotografias aéreas pancromáticas.

Esses autores compensaram a desvantagem que apresenta a fotografia em preto-e-branco, complementando a pobreza de informações espectrais proporcionada pela tonalidade monocromática, com a análise da textura fotográfica, de características do *telhado*, ou seja, a aparência da parte superior da cobertura vegetal, os aspectos associados e o porte da vegetação observada por meio de estereoscópios.

Utilizando-se desta técnica convencional, KOFFLER *et alii* (1979) puderam, além de mapear os diferentes tipos de uso da terra, identificar estágios vegetativos da cultura da cana-de-açúcar, tais como: a) cana de ano-e-meio; b) cana de ano; c) cana-soca; d) cana recém plantada; e e) cana cortada. Estabelecendo estes padrões, complementaram o trabalho pioneiro em fotointerpretação de cana-de-açúcar real

lizado por AUDI (1965) no País.

MENDONÇA (1980), em estudo da cana-de-açúcar através de fotografias aéreas infravermelhas coloridas, pôde identificar alguns estágios vegetativos através da cor. A cana adulta típica apresentou-se em tonalidade magenta bem definida e homogênea; em casos não típicos essa tonalidade mostrou-se esmaecida ou mosqueada de manchas brancas. A cana nova apresentou dois padrões, conforme o solo, em que se desenvolvia: a) em solos com coloração vermelha, a cor era verde mosqueada de magenta, a qual se mostrou mais intensa quanto maior a cobertura vegetal; b) em solos com coloração clara, a cor era verde mais claro, podendo variar até o esbranquiçado.

Ainda em cana-de-açúcar, convém destacar a pesquisa de KARTERIS *et alii* (1980) sobre a infestação do fungo *Puccinia kuehnii* em canaviais da República Dominicana. Utilizando fotografias aéreas infravermelhas coloridas, verificou que a emulsão dessas fotos é um meio apropriado para registrar as alterações na reflectância espectral da cana-de-açúcar devido a mudanças morfológicas e fisiológicas nas plantas sob "stress". Entretanto adverte sobre algumas variáveis que afetam a interpretação: a) campos idênticos fotografados em diferentes datas e sob diferentes condições atmosféricas podem apresentar diferentes características de cor; b) outras causas de "stress" podem interferir na detecção da ferrugem quando esta ocorre a baixos níveis: doenças das fo-

lhas, deficiências nutricionais e problemas de má drenagem do solo.

2.3. Imagens de Satélite na Identificação de Culturas

O experimento fotográfico desenvolvido pelos astronautas da Appolo 9 em março de 1969, proporcionou à comunidade científica, pela primeira vez, fotografias espaciais de alta qualidade para o uso específico no estudo de recursos da Terra (DRAEGER, 1971). Poucos anos após, o estudo dos recursos naturais de nosso planeta através de plataformas espaciais, tomou grande impulso com o lançamento do primeiro Satélite Tecnológico para Recursos da Terra: ERTS-1 (que passou a ser denominado LANDSAT-1 a partir de janeiro de 1975), em 23 de julho de 1972.

CARTER E STONE (1974), estudando imagens obtidas pelas missões Gemini e Appolo, observaram que as pequenas escalas, a grande área coberta por cada fotografia e o uso de plataformas situadas a centenas de quilômetros acima da superfície terrestre, são os principais fatores que tornam as fotografias orbitais diferentes das familiares fotografias aéreas. Todavia, o procedimento usado para interpretar fotografias aéreas pode ser igualmente aplicado na interpretação de fotografias orbitais.

A grande área coberta por uma única fotografia permite reconhecer grandes feições, o que em outras circuns-

tâncias não seria possível. Esta característica das imagens espaciais levou REEVES e ALLEN (1972) a concluir que, do mesmo modo que as imagens fornecidas pela missão Appolo, as imagens do sistema multiespectral (MSS) do satélite LANDSAT são mais apropriadas para estudos regionais e mapeamentos generalizados.

GIMBARZEVSKY (1974) estabelece um elo de ligação entre imagens espaciais e aerofotográficas, ao comentar que, em fotointerpretação convencional, a identificação de feições desconhecidas é confirmada por uma inspeção no campo e, analogamente, os intérpretes de imagens LANDSAT, para identificar um padrão desconhecido, utilizam imagens aerofotográficas. De qualquer forma, nenhum dos dois sistemas dispensa o reconhecimento de campo durante os estudos de recursos naturais.

O mesmo autor comenta que as imagens fornecidas pelo satélite LANDSAT apresentam tanto vantagens como limitações. A escala pequena, por exemplo, proporciona uma visão global excelente para a análise de áreas extensas em apenas uma imagem, mas impede o mapeamento de detalhes importantes. Também a falta de estereoscopia é uma limitação séria e as informações sobre características físicas e biológicas do terreno têm que ser inferidas da análise dos padrões de drenagem superficial, textura, erosão, diferenças tonais e, em certos casos, de sombras existentes.

Entretanto, para WESTIN e MYERS (1973), as imagens MSS do LANDSAT apresentam vantagens espectrais e temporais. Além da cobertura de 3.400.000 hectares por apenas uma imagem, esta é produzida em quatro bandas do espectro eletromagnético, obtendo-se novos conjuntos de imagens de um mesmo local, sistematicamente, a cada 18 dias. Isto permite a visualização da vegetação num mesmo instante de desenvolvimento, e o acompanhamento de alterações fenológicas.

LOWE *et alii* (1974), comentam que os resultados obtidos com a utilização de dados LANDSAT por 18 países em desenvolvimento, enfatizam a importância do imageador multiespectral (Scanner) a bordo do satélite, que mede radiação eletromagnética, simultaneamente, em quatro bandas do espectro, abrangendo o visível e o infravermelho-próximo. No canal 4 (0,5 a 0,6 μm), a água é relativamente transparente, realçando feições submersas; entretanto, esta banda tem seu uso limitado pelo grande espalhamento atmosférico. Os demais canais são menos afetados pela atmosfera. O canal 5 (0,6 a 0,7 μm) ajusta-se ao mapeamento do uso da terra, onde padrões regionais de influência humana precisam ser observados em confronto à vegetação natural, ocorrendo bom contraste entre sistemas de cultivo e padrões de vegetação. Nos canais 6 (0,7 a 0,8 μm) e 7 (0,8 a 1,1 μm) a vegetação aparece clara e a água aparece em preto.

Para NOSSEIR *et alii* (1975), a associação das bandas espectrais dos 4 canais do MSS com os espectros de re

reflectância média de solo e vegetação, apresentados na Figura 5, mostrou-se útil na interpretação de imagens LANDSAT. Nos canais 4 e 5, o solo reflete mais do que a vegetação, aparecendo, portanto, em tonalidade mais clara. Como cada tipo de vegetação apresenta diferentes taxas de cobertura do solo, o canal 5 foi o que melhor diferenciou as unidades por eles estudadas. Nos canais 6 e 7 a reflexão da vegetação é máxima, predominando sobre a do solo. Nestes canais a vegetação mais densa aparecerá mais clara devido à alta reflexão na região do infravermelho.

BAUMGARDNER e HENDERSON JUNIOR (1973) observaram a facilidade da delimitação de reservatórios de água em imagens LANDSAT, canais 6 e 7, devido à reflectância da água ser muito baixa na faixa do infravermelho próximo.

RICHARDSON e WIEGAND (1977) comentam que os esforços em interpretar a reflectância espectral da vegetação através de imageadores multiespectrais (MSS) a bordo de satélites, ou mesmo de aeronaves, têm sido embaraçados por sinais advindos do solo subjacente que são superimpostos ou misturados às informações da vegetação. Várias pesquisas têm demonstrado que os dados espectrais fornecidos pelo LANDSAT estão mais relacionados com indicadores da densidade da vegetação, como biomassa, índice de área foliar, porcentagem de cobertura vegetal e população de plantas em uma determinada data e um determinado local. A extrapolação das características espectrais para diferentes épocas e locais é problemá-

tica.

Figura 5. Curvas de reflectância espectral de vegetação verde e solos secos ao ar. Curvas médias de 240 espectros de vegetação e 154 espectros de solos (Adaptado de HOFFER, 1972).

Diversos autores têm se conscientizado da importância do caráter temporal das imagens orbitais em adição às informações espectrais. Já em 1970, STEINER, antecipando-se ao lançamento do primeiro satélite da série LANDSAT, reconhecia a possibilidade de se obter melhores precisões na classificação de culturas através de levantamentos aéreos em diversas épocas do período vegetativo. Entretanto, frisou que o alto custo envolvido seria proibitivo, podendo ser viável

vel economicamente apenas por meio de uma plataforma que circ
cunde nosso planeta continuamente.

Todavia, BAUER *et alii* (1979) comentam que o uso de dados temporais no contexto do sensoriamento remoto é ainda relativamente novo, havendo poucos trabalhos nesse sen
tido envolvendo a identificação de culturas. Estes autores encontraram bons resultados em estudo com milho e soja. STEINER (1970) relata o trabalho de Steiner e Maurer, os quais obtiveram na classificação de várias culturas, uma pre
cisão de 75% ao combinarem fotografias de duas épocas, com resultados de 40% e 29% quando as duas épocas foram examina-
das isoladamente.

SCHREIER *et alii* (1982) explicam que dados mul
titemporais melhoram a classificação graças ao maior contras
te em determinadas épocas apresentado por feições que mudam de uma data para outra. Isto é bem evidenciado nas cobertu-
ras vegetais que apresentam variações sazonais e cíclicas
nas características espectrais.

HOFFER (1978) lembra que os sistemas biolôgi-
cos não são estáticos, sendo suas características espectrais variáveis segundo a localização geográfica e o tempo. Cita exemplos sobre árvores que perdem as folhas em determinada época do ano, efeitos de maturação e ainda o efeito humano sobre as culturas, como a colheita, a aração, etc. Para ASHLEY e REA (1975), as imagens LANDSAT, graças à sua repeti

tividade, são especiais para detectar tais alterações sazonais em culturas e vegetação florestal.

HAY (1974) acredita que técnicas de inventário agrícola utilizando imagens orbitais e de grande altitude podem ser incluídas nos sistemas convencionais para aumentar sua efetividade e diminuir o esforço envolvido. Inventários baseados em fotografias aéreas convencionais a nível estadual necessitam de um número tão grande de fotografias que o custo e tempo envolvidos na aquisição e análise tornam esses trabalhos impossíveis de realizar anualmente. Como estes levantamentos detalhados têm sido realizados nos Estados Unidos a cada 8 anos, as imagens LANDSAT poderiam servir para atualizações anuais.

É digno de nota o projeto LACIE (Large area crop inventory experiment) que, utilizando dados multiespectrais do satélite LANDSAT, desenvolveu e avaliou uma tecnologia para monitorar a produção de trigo em importantes regiões do mundo (ERB, 1980).

No Brasil alguns pesquisadores têm se dedicado ao estudo da vegetação através de imagens LANDSAT. NOSSEIR *et alii* (1975) identificaram e mapearam vegetação natural, HERNANDES Fº e SHIMABUKURO (1978) estudaram povoamentos florestais artificiais e outros pesquisadores do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) têm se dedicado ao estudo de culturas.

Em cana-de-açúcar destacam-se os trabalhos realizados por MENDONÇA (1980) e MENDONÇA *et alii* (1981) que chegaram, entre outras, às seguintes conclusões: a) a natureza repetitiva do satélite LANDSAT permite selecionar as melhores épocas para discriminar a cana-de-açúcar de outras coberturas vegetais; b) somente aliando-se os aspectos espectrais e temporais é possível separar a pastagem e a vegetação arbórea altamente competitivas com cana-de-açúcar do ponto de vista espectral; c) a interpretação visual de dados nos canais 5 e 7 possibilita identificar duas classes de cana-de-açúcar: a cana em pé, (compreendendo a cana adulta e a cana nova com alta porcentagem de cobertura foliar) e a cana cortada. Tiveram dificuldades em mapear canaviais novos e aqueles formados em talhões pequenos, característicos de terrenos com topografia mais movimentada.

2.4. Análise Quantitativa em Fotografias Aéreas

Em última análise, todos os sensores remotos utilizados para recursos naturais podem ter as informações por eles obtidas ilustradas por uma imagem fotográfica. Nesta imagem, os diferentes comportamentos espectrais dos componentes da cena, resultam em diferentes tons de cinza nas fotografias preto-e-branco ou diferentes cores nas fotografias coloridas.

Para ESTES e SIMONETT (1975) a tonalidade é um

dos principais elementos de identificação de feições terrestres em imagens pancromáticas, ganhando importância nos últimos anos com a massificação do uso de imagens nos meios científicos, por possibilitar a quantificação do processo interpretativo. Diversos trabalhos têm demonstrado a validade dessa afirmação para todos os demais tipos de imagens disponíveis, sejam em preto-e-branco ou coloridas.

Como os critérios fotointerpretativos convencionais apresentam muita subjetividade, com resultados que variam segundo o fotointérprete, GARCIA e MARCHETTI (1977 a) ressaltam a importância da densitometria para a fotointerpretação da vegetação, por proporcionar dados quantitativos reproduzíveis.

LUEDER (1959), indiretamente, mostra a importância da utilização de densitômetros ao comentar a deficiência do olho humano em discernir todas as variações de densidade registradas nas fotografias. Entretanto, alerta que a tonalidade fotográfica é o efeito agregado de vários fatores, que podem ser classificados em:

1) Fatores do terreno: topografia; cor do solo, da vegetação e da rocha; teor de umidade e matéria-orgânica do solo.

2) Fatores técnicos: características dos materiais fotográficos e do equipamento, técnicas de exposição e de processamento.

3) Fatores meteorológicos e climatológicos: neblina, nũvens, ângulo solar, estação do ano.

Para STEINER e HAEFNER (1965), outra importante fonte de variação da tonalidade é a iluminação heterogênea no plano focal da câmara fotográfica que cria, correspondentemente, diferenças ponto a ponto na tonalidade ou densidade. Se bem que os filtros "antivignetting" sejam utilizados para eliminar os efeitos causados pelas lentes, existem fatores externos mais difíceis de controlar. O mais importante deles é a variação da iluminação do terreno conforme o ângulo de reflexão solar.

Segundo ESTES e SIMONETT (1975), os valores de densidade são influenciados por uma série de fatores, além das características da cena, entre os quais: tipo de filme e filtro, efeitos sazonais, tamanho da abertura do densitômetro e escala da fotografia. Observam que em mapeamento isotonal podem ocorrer diferentes feições com mesma densidade, sendo recomendável que as análises densitométricas sejam realizadas em fotografias multibandas ou multitemporais para assegurar a discriminação.

STEINER e HAEFNER (1965) consideram que, para a fotointerpretação de tipos de cobertura terrestres com base em medidas densitométricas, é indispensável uma rígida padronização tanto no processamento fotográfico como na densitometria do produto. Explicam que os dados fornecidos pelos

densitômetros são utilizados para estabelecer chaves de interpretação, nas quais cada tipo de cobertura corresponde a um determinado intervalo de densidade. Para que o uso da densitometria seja eficiente, a influência de fontes de variação deve ser minimizada.

Esses autores propõem medidas úteis para restringir as variações tonais a intervalos mais estreitos: a) utilização de câmaras aéreas com lentes de menores ângulos focais, evitando as supergrande angulares; b) escolher, para a tomada das fotografias aéreas, um horário com elevada altitude solar; c) restringir as medidas densitométricas a áreas menores nas fotografias.

Em densitometria de filmes coloridos, BROONER e SIMONETT (1971) recomendam que se normalize as intensidades das três cores medidas, da seguinte forma:

$$B' = \frac{B}{B+G+R} \quad G' = \frac{G}{B+G+R} \quad R' = \frac{R}{B+G+R}$$

Onde B é a intensidade do azul, G é a intensidade do verde e R a intensidade do vermelho. Observaram que essa normalização pode reduzir, se não eliminar, os efeitos de "vignetting", variações na reflectância do terreno em função do ângulo solar e pequenas diferenças no processamento fotográfico das cores. Baseiam-se na premissa de que a razão de reflectância em cada camada permanece estável apesar des-

sas fontes de variação tonal. FUHRER *et alii* (1981) também obtiveram bons resultados através dessas normalizações de medidas densitométricas.

Os procedimentos de análise digital de dados são chamados de técnicas de reconhecimento de padrões. Os padrões envolvidos na medida de densidade em fotografias aéreas são espectrais, consistindo cada fotografia multiemulsão ou conjunto de fotos multibanda um grande arranjo de padrões espectrais que pode ser analisado quantitativamente por meio de um computador digital.

HOFFER *et alii* (1972), comparando resultados obtidos com a análise quantitativa dos dois tipos de fotografias, verificaram que a multibanda mostrou-se um pouco superior à multiemulsão infravermelha colorida. Essa pequena diferença foi considerada muito interessante, pois o filme infravermelho colorido tem a vantagem de apresentar as três bandas espectrais em uma única fotografia, o que não ocorre na fotografia multibanda.

SCARPACE (1978) mostra que a densitometria em fotografias coloridas é mais complexa do que em fotografias em preto-e-branco, não apenas devido à tonalidade mas, principalmente, em consequência da presença de várias emulsões superpostas. Sejam filmes coloridos normais ou infravermelhos coloridos, o procedimento de análise é o mesmo, sendo a única diferença a interpretação dos dados gerados.

Em cada ponto da imagem processada existe uma determinada concentração de corantes amarelo, magenta e ciano. O objetivo da densitometria em imagens multi-emulsão é de avaliar a quantidade de cada corante em cada ponto de interesse na imagem. A partir desses dados pode-se inferir a quantidade e, em parte, a distribuição espectral da energia incidente no filme na ocasião da exposição.

BROONER e SIMONETT (1971) explicam que em densitometria de fotografias aéreas infravermelhas coloridas, utilizando-se um filtro vermelho detecta-se a presença de luz vermelha ou ausência do corante ciano, sendo a quantidade deste inversamente proporcional à luz infravermelha próxima refletida pela área de interesse. Analogamente, o filtro verde detecta apenas a luz verde modulada pelo corante magenta, e o filtro azul detecta somente a luz azul resultante da ausência do corante amarelo. Dessa forma, medidas da intensidade do corante em cada camada do filme fornecem uma estimativa da quantidade de verde, vermelho e infravermelho refletida pela cultura em questão. Como as medidas foram de vermelho, verde e azul, estas cores são os efeitos da luz infravermelha, vermelha e verde, respectivamente.

Os densitômetros medem a *densidade integral*, ou seja, a soma das densidades das diferentes camadas de emulsão. A densidade em cada camada é chamada de *analítica*. Quando a medida da densidade está relacionada a um determinado comprimento de onda, ela é denominada *espectral*. Para

SCARPACE (1978) a densidade ideal para fotointerpretação quantitativa é a densidade analítica espectral. Como esta medida somente seria possível caso se separasse as diversas camadas do filme, o objetivo da densitometria tem sido determinar as densidades analíticas, indiretamente, a partir de várias medidas de densidade integral.

Por outro lado, os densitômetros comumente utilizados medem a luz transmitida diretamente ou através de um filtro colorido. Desta forma obtêm-se uma densidade de banda larga, que integra o efeito da variação da densidade espectral em uma faixa ampla de comprimentos de onda, determinada pelas características de transmissão do filtro.

Para RIB (1968) o estabelecimento de um padrão para definir as cores observadas nas fotografias aéreas não é simples e depende do tipo de cor a ser descrita: física, psicofísica ou psicológica. No tipo físico, cor é um aspecto de energia radiante; no tipo psicofísico, cor é uma resposta da retina humana a estímulos físicos; no tipo psicológico, cor é o aspecto da percepção visual que possibilita diferenciar objetos idênticos quanto a outras características.

A maior parte dos sistemas de medida de cores são métodos psicológicos que dependem de técnicas de comparação visual de cores. O observador compara a amostra a um painel contendo padrões de cores, que são designadas por um nome, uma letra, um número, ou a combinação destes. O problema

deste sistema é que as condições de luminosidade e visão são muito críticos e devem ser seguidos criteriosamente para se descrever cores de uma forma reproduzível. O sistema de cores Munsell é o método psicológico mais utilizado, estando descrito em detalhe nos trabalhos de RIB (1968) e da ASTM (1974).

Outros métodos existem, como o CIE (Commission Internationale de l'Eclairage), sistema psicofísico muito utilizado que se fundamenta num diagrama bidimensional (diagrama de cromaticidade). O ISCC-NBS (Inter-Society Color Council and National Bureau of Standards) é um método puramente descritivo, uma espécie de dicionário de cores, que fornece as designações das cores obtidas pelo sistema Munsell, de uma forma mais familiar (KELLY e JUDD, 1968).

RIB (1968) relata uma técnica para determinar as notações de cores Munsell em fotografias aéreas através de medidas densitométricas, eliminando-se os vários problemas inerentes à técnica de comparação visual de cores. Esta técnica Munsell/densitométrica foi desenvolvida por meio de medidas de densidade refletida de todas as amostras de cores contidas na carta de Munsell, através de 4 filtros Wratten da Kodak: 25 (vermelho), 58 (verde), 47 (azul) e 106 W (visual).

Equacionou as variáveis R, RR e RRR geradoras, respectivamente, dos três atributos da cor: valor, matiz e

croma. Estas variáveis relacionam-se com as medidas densitométricas da seguinte forma:

$$R = N$$

$$RR = \frac{A}{B} \quad \text{ou} \quad \frac{B}{A} \quad \text{sendo } RR \geq 1$$

$$A = D - I$$

$$B = I - d$$

$$RRR = \frac{D - d}{d}$$

Onde: N é a leitura com filtro visual;

D é a maior leitura com filtro colorido;

I é a leitura intermediária com filtro colorido;

d é a menor leitura com filtro colorido.

Uma limitação do método é o fato de ser baseado em densitometria de reflexão sobre superfícies opacas, enquanto a maior parte das fotografias aéreas coloridas estão na forma de transparências, cuja medida pode somente ser realizada através de densitômetros de transmissão. Como não existem padrões de cor para transparências, RIB (1968) recomenda verificar a correspondência dos filtros utilizados em ambos os tipos de instrumentos por ocasião da realização das medidas. Através de uma calibração adequada obtêm-se as mesmas notações Munsell.

Utilizando-se a metodologia proposta por RIB (1968) tem-se o trabalho de DONZELI (1979), que obteve bons

resultados na diferenciação de solos em imagens coloridas normais e infravermelhas, onde outros tipos de imagens e critérios mostraram-se ineficientes.

PARRY *et alii* (1969), interpretando áreas florestais em fotografias aéreas coloridas observaram, graças à superposição longitudinal, as mesmas árvores aparecendo em três fotos sucessivas, e verificaram que a claridade ou iluminação variava devido a diferentes quantidades de luz refletida a cada posição da câmara aerofotográfica. Como consequência, os valores Munsell do mesmo alvo variavam em 2 ou 3 intervalos da escala; entretanto os outros dois atributos da cor, matiz e croma, permaneciam inalterados. Como consequência disto, o valor não foi tão eficiente quanto matiz e croma para diferenciar as espécies em estudo.

Estes autores apontam a dificuldade em se designar as cores que aparecem em um filme através da carta de Munsell, que requer luz frontal ou vinda de cima, enquanto o filme é iluminado por baixo. Contornaram o problema posicionando adequadamente uma lâmpada fluorescente, obtendo resultados consistentes.

Ao estudarem coberturas vegetais em fotografias aéreas coloridas normais, GARCIA e MARCHETTI (1977 a) observaram leituras densitométricas muito próximas em vegetação bem diferente, como eucalipto e cana-de-açúcar; mesmo assim, as medidas densitométricas ofereceram resultados mais

consistentes do que a fotointerpretação convencional. Devido à maior diferenciação da vegetação na faixa infravermelha do espectro, recomendam o uso de fotografias infravermelhas coloridas por proporcionarem melhores possibilidades de uso efetivo da densitometria.

GARCIA e MARCHETTI (1977 b), obtiveram altas correlações entre densidade ótica em fotos infravermelhas coloridas e rendimento agrícola da cultura de milho. Acreditam, assim, que o filme infravermelho colorido possa ser útil para estimativas de safra dessa cultura, utilizando-se a densitometria. Nessa pesquisa utilizaram também filmes coloridos normais, porém os resultados não foram satisfatórios.

2.5. Análise Quantitativa em Imagens de Satélite

Em imagens orbitais, da mesma forma que em fotografias aéreas de escala pequena, a tonalidade é o fator mais significativo e útil para os trabalhos de identificação de feições da superfície da Terra. Para HOFFER *et alii* (1972), na interpretação de áreas agrícolas e florestais em imagens de escala grande, a tonalidade é menos importante do que tamanho, forma, textura e outros elementos de fotointerpretação. Entretanto, à medida que diminui a escala, perde-se em resolução espacial e as variações tonais tornam-se mais importantes.

Em imagens LANDSAT, obtidas a 918 km de altitude, a tonalidade ganha ainda mais importância por refletir o comportamento espectral dos objetos nas quatro dimensões geradas pelo imageador de varredura do sistema MSS. Entretanto, a dificuldade da interpretação visual simultânea de quatro imagens, além da subjetividade inerente a tal tipo de trabalho, tem levado a maior parte dos pesquisadores à análise quantitativa, seja através da densitometria de transparências ou do tratamento automático dos dados digitais armazenados em fitas compatíveis com computador.

Os trabalhos nesse sentido se dividem, havendo vários pesquisadores que, como explica GARCIA (1979), preferem o uso de densitômetros por se constituírem em aparelhos de menor custo do que os sofisticados sistemas automáticos de análise de imagens multiespectrais.

Entretanto, para ESTES e SIMONETT (1975), quando se analisa sistemas de imageamento por varredura, como é o caso do MSS do LANDSAT, o ideal é quantificar diretamente o sinal elétrico original armazenado em fitas magnéticas. A vantagem está em se manter as características da resolução original da imagem, sem as distorções causadas pelo processamento fotográfico.

Devido à grande altitude do satélite LANDSAT aumenta a importância dos efeitos atmosféricos por afetarem significativamente a tonalidade das imagens. Segundo FRAYSSE

(1981), os principais efeitos atmosféricos sobre a radiação luminosa são: a) espalhamento e absorção por partículas na atmosfera e b) espalhamento e absorção através do percurso, produzindo uma radiação de fundo (radiação de percurso). Estes efeitos são dependentes do comprimento de onda e, além de reduzir o contraste e reflectância da cena, tornam impossível a obtenção de medidas absolutas. Alerta também que, apesar da órbita ser síncrona com o sol, a iluminação da cena imageada pelo satélite não é uniforme durante todo o ano. Este efeito causado pelo ângulo solar deve ser corrigido quando são analisadas imagens multitemporais para monitorar estágios fenológicos de culturas.

Para JENSEN *et alii* (1978) as imagens LANDSAT apresentam uma grande vantagem sobre as fotografias aéreas de grande altitude por não sofrerem o efeito da distorção tonal. A cobertura de um ângulo de $\pm 5,78^{\circ}$ pode ser considerada praticamente ortogonal, eliminando variações espectrais devidas à reflectância direcional. Também o efeito do "vignetting" é fundamentalmente impossível nas imagens LANDSAT. Isto proporciona dados espectrais consistentes para identificação de culturas.

HOLBEN e JUSTICE (1980) alertam para o problema do efeito topográfico causado por diferenças na radiância espectral devido ao declive do terreno e o ângulo de incidência da luz solar. Este problema é crítico quando se quer classificar coberturas vegetais em áreas acidentadas através

de dados multiespectrais, principalmente a baixos ângulos solares.

À medida que a elevação solar decresce, diminui a quantidade de radiação incidente na cena, causando um escurecimento geral das transparências das diferentes passagens do satélite. ASHLEY e REA (1975) recomendam a eliminação desse efeito através da aplicação de uma função seno nas elevações solares, normalizando todas as leituras para a elevação solar de 45°:

$$\text{Densidade normalizada} = \frac{x \cdot \sin \alpha}{0,71}$$

Onde x é a densidade da imagem e α é o ângulo de elevação solar daquela imagem.

A importância dos aspectos fenológicos e do estágio de desenvolvimento das culturas na interpretação de imagens LANDSAT para fins agrícolas, tem levado os pesquisadores a uma grande variedade de índices de vegetação com base em dados MSS, como indicadores da vitalidade vegetativa. MALILA *et alii* (1980) citam uma série deles, destacando os mais utilizados:

a) razão infravermelho/vermelho: $\frac{\text{Canal 7}}{\text{Canal 5}}$;

b) razão transformada: $\sqrt{\frac{\text{Canal 7}}{\text{Canal 5}}}$;

c) Índice de vegetação: $\frac{\text{Canal 7} - \text{Canal 5}}{\text{Canal 7} + \text{Canal 5}};$

d) Índice de vegetação com canal 6 no lugar do 7;

e) Índice de vegetação transformado:

$$\sqrt{\frac{\text{Canal 7} - \text{Canal 5}}{\text{Canal 7} + \text{Canal 5}}} + 0,5.$$

Esses pesquisadores advertem que na seleção de um determinado índice deve-se considerar o tipo de aplicação e outros fatores tais como a sensibilidade da medida às características agrônômicas de interesse, a insensibilidade a variações de aspectos que não interessam (como por exemplo a reflectância do solo), sua forma e estabilidade e, logicamente, a sua utilidade para discriminação.

Vários pesquisadores têm recomendado o uso da razão espectral canal 7/canal 5. BUNNIK (1981) recomenda seu uso para mapeamento de biomassas, graças a suas propriedades compensadoras de diferenças em reflectância de solos, irradiação solar e efeitos atmosféricos. Para BERG (1981) a relação entre os canais 5 e 7 é um útil indicador de biomassa verde e conseqüentemente do índice de área foliar, graças ao comportamento antagônico da reflectância nessas faixas do espectro. O aumento do teor de clorofila provoca uma diminuição da reflectância na faixa do vermelho e aumento no infravermelho próximo. Este autor estudou também a razão espectral canal 6/canal 4, não encontrando resultados significativos.

Utilizando densitometria em imagens LANDSAT, GARCIA (1979) comenta o problema de distorções tonais causadas pelo processamento fotográfico, que pode ser contornado, dentro de uma precisão aceitável, pela técnica da razão espectral. Isto consiste em dividir, para um mesmo alvo, a medida em uma banda espectral pela medida em outra banda. Obteve bons resultados utilizando a relação entre os canais 5 e 7 para identificar vegetação natural, reflorestamento e pastagens.

Também MALILA *et alii* (1980) utilizaram a razão 7/5 com sucesso, considerando-a diretamente proporcional à quantidade de vegetação verde na cena imageada. Comentam, ainda, o valor limite 0,55 obtido empiricamente e que vem sendo utilizado por vários pesquisadores como um indicador da presença de vegetação.

Para DUTRA *et alii* (1981), a vantagem da razão entre canais é que um alvo natural terá um mesmo quociente de canais, independentemente das variações de iluminação. Eliminando-se a influência da iluminação, podem ser reduzidos os efeitos do relevo.

Para GARCIA e BIAZON (1981) o registro das variações temporais da vegetação através da razão espectral 5/7 medida em transparências, facilita a detecção de áreas com culturas anuais que apresentam grandes discrepâncias durante o ano: ora com cobertura vegetal, ora como terra nua.

Outra forma de analisar a mudança sazonal da vegetação por meio da densitometria é através da razão entre densidades:

$$\frac{\text{Canal 5} - \text{Canal 7}}{\text{Canal 5} + \text{Canal 7}}$$

Segundo ASHLEY e REA (1975), este relacionamento, ao contrário das medidas dos canais individualmente, tem a propriedade de eliminar efeitos multiplicativos tais como a diferença da elevação solar entre diferentes passagens do satélite.

Ainda esses autores, observaram que as densidades do canal 5, normalizadas para elevação solar, geralmente aumentam (a reflectância diminui) à medida que a vegetação se desenvolve e recobre o solo; no canal 7 ocorre exatamente o inverso. Encontraram razões entre 0,25 e 0,50 para floresta com folhagem totalmente desenvolvida e verde, entre 0,10 e 0,25 em estágios intermediários de desenvolvimento, e abaixo de 0,10 na época de queda completa das folhas.

Para SCHREIER *et alii* (1982), a utilização de dados digitalizados dos canais 5 e 7 foram suficientes para determinar contrastes entre comunidades vegetais, quando foi adicionada a dimensão temporal. Esses canais foram selecionados entre os quatro disponíveis por apresentarem as melhores contribuições à classificação. Consideraram os canais 4 e 6 redundantes e sua eliminação serviu para reduzir significativi

vamente o processo de computação. A dimensão temporal serviu para melhorar o contraste das feições que mudaram de uma data para outra.

A essência da teoria em que se baseia a análise de dados multiespectrais é descrita por HOFFER (1980). Como a Figura 6 indica, diferentes tipos de cobertura da superfície terrestre geralmente apresentam diferentes padrões de resposta espectral. Os imageadores multiespectrais do tipo utilizado pelo satélite LANDSAT são projetados para medir a reflectância em específicos comprimentos de onda, como é indicado por λ_1 , λ_2 e λ_3 . Posicionando as respostas espectrais de vegetação, solo e água, para λ_1 versus λ_2 , observa-se que ocupam diferentes lugares do espaço bidimensional. Na realidade, as diferentes coberturas, como é o caso da vegetação agrícola, apresentam um certo grau de variabilidade, tendendo a ocupar uma área em tal diagrama do espaço bidimensional, ao invés de apenas um ponto (Figura 7). Um dos mais simples algoritmos de classificação é a *distância mínima à média*, na qual calcula-se a média dos dados de cada grupo, sendo estabelecidos limites que definem a menor distância entre médias (Figura 8). Desse modo, o ponto desconhecido u se rá classificado pelo computador como sendo soja.

Na realidade, para a análise multiespectral, o computador não está limitado a trabalhar apenas no espaço bidimensional, podendo utilizar, simultaneamente, dados de vários comprimentos de onda, e mesmo diferentes funções matemá

Figura 6. Dados espectrais de tipos comuns de cobertura e representação em espaço bidimensional (HOFFER, 1980).

Figura 7. Culturas agrícolas definidas em espaço bidimensional (HOFFER, 1980).

Figura 8. Classificação pela mínima distância à média (HOFFER, 1980).

ticas envolvendo esses dados, como foi descrito em parágrafos anteriores.

Com base nesses princípios, segundo HOFFER (1980) têm sido seguidas duas abordagens gerais para treinar o sistema computacional. Uma delas é a técnica supervisionada, em que se fornece ao computador as características espectrais de *amostras de treinamento*, referentes às categorias de interesse. Este método tem sido utilizado efetivamente para mapeamento de culturas agrícolas.

Um segundo caminho envolve a *análise de conglomerados*, também chamada de técnica não supervisionada, onde apenas se indica o número de classes espectralmente distintas nas quais os dados devem ser divididos; o analista se encarrega de identificar as classes de interesse no mapa fornecido pelo computador.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Aspectos Gerais da Cultura Canavieira

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene, pertencente ao gênero *Saccharum*, com origem provável no Sudeste da Ásia (GOMES, 1964). O gênero *Saccharum* é representado por diversas espécies, como *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. robustum*, etc. Entretanto, as variedades atualmente cultivadas comercialmente são todas híbridas.

Cultiva-se a cana-de-açúcar em todas as regiões tropicais e subtropicais de ambos os lados do Equador, até cerca de 35° de latitudes Norte e Sul, sendo atualmente o Brasil o maior produtor mundial, seguido de Cuba e da Índia (SUMA ESTATÍSTICA, 1982).

Tem-se notícia de seu cultivo no Brasil desde os primórdios da colonização, na segunda década após o descobrimento, entre os anos de 1510 e 1520, quando já existiam

plantações nos atuais estados de Pernambuco e do Rio de Janeiro. Acredita-se que a primeira exportação de açúcar tenha sido realizada em 1521, para Portugal (JUNQUEIRA e DANTAS, 1964).

A cultura canavieira desenvolve-se em todos os estados brasileiros. Entretanto, as regiões de grande produção estão concentradas apenas em alguns estados do Nordeste e do Sudeste, sendo São Paulo o principal produtor nacional, responsável por cerca de 47% da produção brasileira de açúcar e quase 70% da produção de álcool, em 1981 (IAA, 1981).

O plantio da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo é concentrado em duas épocas. O plantio feito em setembro e outubro permite a colheita de cana com aproximadamente 12 meses (a partir de setembro do ano seguinte), sendo conhecida como *cana-de-ano*. O plantio em janeiro e fevereiro permite a colheita de cana com 18 meses (a partir de maio do ano seguinte), conhecida como *cana-de-ano-e-meio*.

A cultura da cana sofre as influências do clima em todo o curso de seu ciclo vegetativo (Figura 9). Nesse aspecto difere bastante das culturas de plantas anuais de ciclo curto, como o arroz, algodão, milho, etc., que são influenciadas apenas pelas características climáticas de limitados períodos do ano.

O meio ambiente ideal é aquele em que a precipitação pluviométrica (ou irrigação) é bem distribuída duranu

Figura 9. Regime hídrico e desenvolvimento da cana-de-açúcar na Grande Região Canavieira de Piracicaba (adaptado de IAA/PLANALSUCAR, 1974).

te o período de crescimento da planta, seguida de um período relativamente seco antes da colheita, com bastante luminosidade durante todo o ciclo (IAA/PLANALSUCAR, 1974).

O número de ciclos vegetativos úteis é variável de local para local, adotando-se em geral um regime de três a quatro cortes, ou seja, os canaviais são renovados após o corte da segunda ou terceira soca (rebrotas). Nesse sistema, o agricultor deve reformar anualmente cerca de 25 a 33% da sua área cultivada com cana.

3.2. Descrição Geral da Área de Estudo

A área de estudo está localizada no Município de Araras, Estado de São Paulo, entre as latitudes $22^{\circ}17'$ e $22^{\circ}23'$ Sul e longitudes $47^{\circ}13'$ e $47^{\circ}25'$ Oeste (Figura 10). Situada no eixo Araras-Conchal, ocupa uma superfície de 34.000 hectares, abrangendo áreas agrícolas das Usinas São João, Santa Lúcia e Palmeiras, importantes produtoras de açúcar e álcool da Grande Região Canavieira de Piracicaba.

Situa-se na província geomorfológica denominada *Depressão Periférica* que compreende, segundo ALMEIDA (1974), uma área sensivelmente rebaixada pela erosão entre as terras altas do Planalto Atlântico e as cristas igualmente elevadas das cuestas basálticas.

O relevo predominante na área é o suavemente

Figura 10. Localização da área de estudo, sub-áreas e unidades pedológicas (Adaptado de OLIVEIRA *et alii*, 1981).

ondulado, com declives longos e uniformes, com vales amplos e pouco profundos, abrigando cursos d'água em cujas margens são frequentes pequenas planícies aluviais, bem como alguns terraços. As litologias variadas do Grupo Tubarão pouco se impõem no relevo suave, cuja monotonia só é rompida, em alguns lugares, pela presença de morros de pequena altura, indicando sítios de maiores intrusões de diabásio (ALMEIDA, 1974).

Predomina na área o tipo climático Cwa de Köppen, subtropical, seco no inverno (junho-julho-agosto) e verão chuvoso (novembro-dezembro-janeiro), com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C . A precipitação anual está entre 1.250 e 1.500 mm e a temperatura média anual entre 20 e 22°C (IAA/PLANALSUCAR, 1974).

Conforme OLIVEIRA *et alii* (1981 e 1982), grande parte da área de estudo é constituída por solos com horizonte B-latossólico:

1) LRe - Latossolo Roxo eutrófico, A moderado, textura muito argilosa ou argilosa, relevo suave ondulado. Unidade Ribeirão Preto (Typic Eutrorthox).

2) LRd - Latossolo Roxo distrófico ou epieutrófico, A moderado, textura muito argilosa ou argilosa, relevo suave ondulado. Unidade Barão Geraldo (Typic Haplorthox e Typic Acrorthox).

3) LE1 - Latossolo Vermelho Escuro distrófico

ou álico, A moderado, textura argilosa, relevo aplainado ou suave ondulado. Unidade Limeira (Typic Haplorthox).

4) LV3 - Latossolo Vermelho-Amarelo álico, A moderado, textura média, relevo suave ondulado. Unidade Laranja Azeda (Typic Haplorthox).

5) LV4 - Latossolo Vermelho-Amarelo álico, A proeminente, textura média, relevo suave ondulado. Unidade Speculaas (Typic Haplorthox).

6) LV5 - Latossolo Vermelho-Amarelo álico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado ou aplainado. Unidade Mato Dentro (Typic Haplorthox).

A cultura da cana-de-açúcar predomina na região, tendo sido cultivada em mais do que 44% da área do município de Araras, na safra 1978/79 (KOFFLER *et alii*, 1979).

3.3. Fotografias Aéreas

3.3.1. Infravermelhas coloridas

Foram analisadas fotografias aéreas verticais, resultantes da cobertura aerofotográfica realizada pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) em 28/05/78, e que delimitam a área de estudo. Apresentam as seguintes características:

- 1) Formato: 23 cm x 23 cm

- 2) Escala aproximada: 1:20.000
- 3) Base: transparência colorida Kodak Aerochrome Duplicating Film 2447 (ESTAR Base)
- 4) Recobrimento: 60% longitudinal e 30% lateral
- 5) Câmara utilizada: Wild RC-10
- 6) Distância focal: 152 mm
- 7) Filme: Aerochrome IR 2443
- 8) Filtros: W16 + CC50C + Av3,3
- 9) Horário de voo: entre 10:40 hs e 11:20 hs
- 10) Elevação do sol: 46°
- 11) Azimute do sol: 19°
- 12) Direção do voo: leste-oeste
- 13) Altura do voo: 3.000 m
- 14) Área coberta por fotografia: 2.100 ha

A Figura 11 é reprodução parcial de uma das fotografias infravermelhas coloridas estudadas.

3.3.2. Pancromáticas

Informações complementares foram extraídas de fotografias aéreas pancromáticas verticais, resultantes da cobertura aerofotográfica realizada pela TERRAFOTO S/A, para

Figura 11. Reprodução parcial da fotografia aérea infravermelha co
lorida nº 4852, sub-área 5.

a Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo. Como não foram analisadas em detalhe no presente estudo, apresentam-se apenas características gerais:

- 1) Formato: 23 cm x 23 cm
- 2) Escala aproximada: 1:35.000
- 3) Base: papel fotográfico preto-e-branco
- 4) Recobrimento: 60% longitudinal e 30% lateral
- 5) Data do voo e horário: 04/07/78 a 26/08/78, 10:45 hs às 11:25 hs
- 6) Área coberta por fotografia: 6.480 ha

3.4. Imagens do Satélite LANDSAT

O sistema LANDSAT, originalmente denominado ERTS (Earth Resources Technology Satellite), encontra-se bem caracterizado nos trabalhos da NASA (1972), de NOSSEIR *et alii* (1975) e de CARRARO *et alii* (1975).

O programa LANDSAT foi desenvolvido com a finalidade de se obter uma ferramenta prática e eficiente para o inventário e manejo dos recursos naturais da Terra. Foi planejada uma série de seis satélites; o primeiro deles, LANDSAT-1, lançado em 23 de julho de 1972, foi projetado com o propósito de testar a viabilidade do uso de câmaras de te-

levisão e de imageador multiespectral no mapeamento de recursos naturais. Em janeiro de 1975, foi lançado o LANDSAT-2, com sensores idênticos ao primeiro, e em março de 1978 o LANDSAT-3 com um sensor adicional: o imageador termal.

Desde julho de 1982 encontra-se em órbita o LANDSAT-4, que apresenta algumas características distintas daqueles que o antecederam, e que prometem fornecer informações de melhor qualidade: um mapeador temático (thematic mapper) com 7 canais e resolução de 30 metros (contra 4 canais e resolução de 80 metros do imageador multiespectral MSS), órbita a 705 km de altitude e repetitividade de 16 dias.

A órbita do LANDSAT, até o terceiro da série, é quase circular (0,0001 de excentricidade), síncrona com o sol e quase polar (mantém uma inclinação constante de 99,008 graus com o plano equatorial), a 918 km de altitude. Com esta órbita, os sensores do satélite tomam a imagem de uma mesma área, sempre com aproximadamente o mesmo ângulo de iluminação solar. A faixa da superfície da Terra coberta pelos sensores é contínua, com 100 milhas náuticas (cerca de 185 km) de largura e cada área é imageada repetitivamente a cada 18 dias, à mesma hora local.

Os parâmetros orbitais do satélite são ajustados de modo que as faixas adjacentes tenham uma superposição de, pelo menos, 10% em cada lado. Coberturas de faixas adja-

centes ocorrem em dias subsequentes e estão separadas, em longitude, por 1,4338 graus, ou seja, 160 km na linha do equador. O período de cobertura da superfície da Terra é completado em 18 dias.

O satélite possui dois tipos de sensores principais: o imageador multiespectral (MSS - Multispectral Scanner) e um conjunto de três câmaras de televisão (RBV - Return Beam Vidicon). O MSS tem sido o mais utilizado desde o lançamento do primeiro satélite da série.

O imageador multiespectral obtém a imagem da superfície da Terra em quatro bandas espectrais, simultaneamente:

- 1) Canal 4: 0,5 a 0,6 μm (verde-laranja)
- 2) Canal 5: 0,6 a 0,7 μm (laranja-vermelho)
- 3) Canal 6: 0,7 a 0,8 μm (vermelho-infravermelho próximo)
- 4) Canal 7: 0,8 a 1,1 μm (infravermelho próximo)

Esse imageador possui um espelho que oscila continuamente na frequência de 13,62 Hz, num ângulo de $\pm 2,89^\circ$, fazendo uma varredura transversal ao deslocamento do satélite (Figura 12).

As informações obtidas por esses sensores são enviadas para a Terra, na forma de sinais eletromagnéticos,

Figura 12. Esquema da varredura do imageador multiespectral do LANDSAT (NASA, 1972).

sendo recebidos por Estações de Recepção e, após gravados, são processados pelas Estações de Processamento, onde são convertidos em imagens fotográficas e fitas digitais compatíveis com computador.

No presente trabalho foram estudadas as imagens obtidas pelo imageador multiespectral (MSS), processadas nos laboratórios do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), identificadas pela órbita 178/27, em três passagens do satélite LANDSAT-3 sobre a área de estudo em 1978. As suas características estão resumidas na Tabela 2.

Esse material foi analisado sob duas formas: a) fitas compatíveis com computador, nos quatro canais disponíveis; e b) transparências positivas na escala 1:250.000, nos canais 5 e 7.

A Figura 13 mostra reproduções das imagens LANDSAT referentes à passagem de 23/07/78, sobre a área de estudo.

3.5. Mapas

Para a identificação de acidentes geográficos nas fotografias aéreas e imagens LANDSAT foram utilizados os mapas topográficos produzidos pela Fundação IBGE:

1) Escala 1:250.000 - Folha de Campinas, edição de 1975.

Tabela 2. Características das imagens LANDSAT estudadas.

CARACTERÍSTICAS	P A S S A G E N S		
	06/04/78	23/07/78	03/10/78
Nº de identificação	378096-122652	378204-122756	378276-122838
Coordenadas do centro	21°38'S/47°49'W	21°40'S/47°45'W	21°34'S/47°47'W
Coordenadas do Nadir	21°39'S/47°44'W	21°40'S/47°42'W	21°34'S/47°43'W
Horário da passagem	9:27 hs	9:28 hs	9:28 hs
Elevação do sol	40°	31°	49°
Azimute do sol	60°	47°	69°

CANAL 5

5 km

CANAL 7

Figura 13. Reproduções das imagens LANDSAT de 23/07/78, da área de estudo.

2) Escala 1:50.000 - Folha de Araras, edição de 1969 e Folha de Conchal, edição de 1974.

A distribuição geográfica dos solos da área de estudo foi baseada no Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo, realizado por OLIVEIRA *et alii* (1981). Informações complementares foram obtidas do Levantamento Detalhado dos Solos da Usina São João (ESPINDOLA e MILLER, 1976).

3.6. Densitômetro

Densitômetros são instrumentos que comparam, por meio de uma fotocélula, o efeito de uma fonte de luz sobre uma amostra que se deseja medir e um padrão de densidade conhecida.

Conforme o tipo de material fotográfico, utiliza-se o densitômetro de reflexão para medir densidade de cópias em papel e o densitômetro de transmissão para medir densidade em transparências. A Figura 14 ilustra de uma forma esquemática um densitômetro de transmissão de uso comum.

De acordo com a geometria ótica do densitômetro, o instrumento medirá densidade especular ou difusa. Se o fluxo da luz incidente é colimado e o fluxo transmitido é medido através de uma pequena abertura, a densidade obtida é especular. Em medidas de densidade difusa, a luz incidente é difusa ou colimada e o fluxo transmitido é medido a um ângu-

Figura 14. Representação esquemática de um densitômetro de transmissão tipo puntual (GARCIA, 1979).

Figura 15. Densidades difusa e especular (EASTMAN KODAK, 1972).

lo sólido de 180° (Figura 15).

Segundo SCARPACE (1978), em sensoriamento remoto é mais usada a densidade especular, enquanto os densitômetros de difusão são utilizados na indústria fotográfica para controle da qualidade do processamento das fotografias. Entretanto, para a EASTMAN KODAK (1972) a densidade especular é menos recomendada pois, ao contrário da densidade difusa, não possui um padrão de medida reconhecido. Enquanto a densidade difusa refere-se a toda a luz transmitida ou refletida pela amostra, a densidade especular poderá ser influenciada por características da amostra que interferem direcionalmente no fluxo luminoso.

No presente trabalho, as medidas densitométricas em transparências foram obtidas através do densitômetro puntual de transmissão difusa Macbeth TD-504 (Figura 16), equipado com um conjunto de quatro filtros Kodak Status A (vermelho, verde, azul e visual) calibrados para fornecer medidas reproduzíveis numa escala de 0 a 4 de densidade ótica (KOLLMORGEN, 1973).

As transparências infravermelhas coloridas foram medidas segundo uma abertura circular de 3 mm de diâmetro. Por sua vez, as transparências LANDSAT, devido à menor escala, foram medidas através de uma abertura circular de 1 mm de diâmetro.

Em ambos os casos, o densitômetro foi ajustado por meio da escala de calibração Macbeth Opal Glass Density PN29002670 que apresenta 21 níveis de densidade.

Figura 16. Densitômetro de transmissão Macbeth TD504.

Figura 17. O analisador multiespectral Image-100.

3.7. Analisador Multiespectral Image-100

Os valores das respostas espectrais contidas nas imagens LANDSAT digitalizadas em fitas magnéticas compatíveis com computador (CCT), foram obtidos através do sistema interativo de análise de imagem multiespectral Image-100, produzido pela General Electric (Figura 17). Informações detalhadas sobre o funcionamento e aplicações desse equipamento podem ser encontradas no manual da GENERAL ELECTRIC (1975) e nos trabalhos de SCHALLER e TOWLES (1975) e de CARVALHO (1978).

O sistema Image-100 foi planejado para auxiliar o intérprete na extração de informações úteis a partir de dados multiespectrais fornecidos por satélites ou aeronaves. Operando com base no princípio de que diferentes objetos possuem características espectrais únicas ou *assinaturas*, analisa simultaneamente as assinaturas em várias faixas de comprimento de onda para identificar áreas similares na imagem, que são assinaladas com determinadas cores em um vídeo.

Cada ponto, de cada imagem LANDSAT em preto-e-branco, é uma medida da energia refletida de uma área no terreno com o formato aproximado de 60 m x 80 m, em um determinado segmento do espectro eletromagnético. Cada nível de energia é representado em termos de níveis de cinza que, no analisador Image-100 pode variar de 0 a 255. Como o LANDSAT

coleta quatro imagens simultaneamente, há quatro níveis de cinza para cada ponto da imagem. Estes quatro valores representam as respostas espectrais ou *assinatura* daquela área no terreno.

Para fazer a análise, o intérprete deve informar à máquina a localização de amostras da sua área de interesse, o que é feito através de um cursor luminoso que se move no vídeo no qual está representada a imagem em estudo. A máquina extrai as informações espectrais dos objetos examinados, a partir das quais serão tomadas as decisões de análise quantitativa multidimensional. Este processo é chamado de *treinamento*. Em seguida, o Image-100 examina cada elemento da imagem através de um critério de decisão adotado, e determina os elementos com características semelhantes aos da área de interesse. Isto é chamado de *classificação* e o resultado é um mapa, com a área classificada representada por uma determinada cor.

3.8. Cartas de Cores

A designação das cores nas fotografias aéreas infravermelhas coloridas foi obtida a partir do *Livro de Cores Munsell*, edição mate (KOLLMORGEN, 1976). De forma semelhante à descrita por PARRY *et alii* (1969), procurou-se iluminar equilibradamente as transparências coloridas e as amostras de cores Munsell, durante o processo de comparação.

As notações Munsell obtidas foram complementadas com os nomes comuns propostos pelo dicionário de nomes de cores do ISCC-NBS (KELLY e JUDD, 1968).

3.9. Outros Equipamentos

A interpretação das imagens na forma de transparências foi realizada em mesa de luz portátil marca LUSTRON, com lâmina acrílica leitosa e lâmpada fluorescente de 15 watts. A visão tridimensional foi obtida através do estereoscópio de bolso Vasconcellos.

3.10. Seleção de Sub-Áreas para Estudo Detalhado

Tendo em vista o escopo principal do presente trabalho, foram selecionadas dentro da área de estudo oito sub-áreas de 1.000 hectares, com predominância da cultura de cana-de-açúcar, mas que também apresentassem os demais tipos de uso da terra característicos da região.

A escolha dessas sub-áreas fundamentou-se em mapas detalhados fornecidos pelas Usinas São João e Santa Lúcia, onde cada talhão de cana apresentava-se com suas características controladas, principalmente no que diz respeito à variedade genética, estágio de desenvolvimento e épocas de corte, com referência ao ano de 1978, nos períodos das coberturas aéreas e das passagens do satélite LANDSAT consideradas.

Para facilitar os trabalhos posteriores, as sub-áreas foram delimitadas de modo a cada uma abranger a porção central de uma determinada fotografia infravermelha colorida. A Figura 10 mostra a distribuição das sub-áreas na área de estudo.

3.11. Identificação e Mapeamento do Uso da Terra

De posse das informações das usinas, o uso da terra de cada sub-área foi mapeado através das fotografias aéreas infravermelhas coloridas, com auxílio das fotografias pancromáticas cujos padrões de interpretação haviam sido ajustados durante o inventário canavieiro realizado na região por KOFFLER *et alii* (1979). Informações complementares e eliminação de dúvidas na fotointerpretação foram obtidas através de visitas ao local.

As Figuras 18 a 25 ilustram o uso da terra das oito sub-áreas em 28/05/78, com base nas fotografias aéreas infravermelhas coloridas, tendo sido utilizada a seguinte legenda:

- C1 - Cana de ano adulta
- C2 - Cana de ano-e-meio adulta
- S - Cana-soca adulta
- X - Cana cortada
- N - Cana nova
- A - Cultura temporária
- F - Cafezal

- L - Citrus
- P - Pastagem
- R - Reflorestamento
- M - Mata/capoeira
- H - Corpos d'agua (represas)

Para as três épocas de passagem do satélite LANDSAT (06/04/78, 23/07/78 e 03/10/78), foram consideradas as alterações nas condições da cultura da cana-de-açúcar, de acordo com as informações detalhadas disponíveis. Como as épocas analisadas correspondem, respectivamente, ao princípio, meio e período final da safra 1978/79, as áreas de cana adulta (C1, C2 e S) passaram progressivamente à categoria de cana cortada (C1X, C2X, SX), ou canavial em reforma (SR). Os demais tipos de uso da terra foram considerados constantes no período analisado. Assim, foram estudadas as seguintes categorias:

<u>06/04/78</u>	<u>23/07/78</u>	<u>03/10/78</u>
C1	C1X2	C1X2
C2	C2, C2X2	C2X2, C2X3
S	S, SX2	S, SX2, SX3, SR
N	N	N
A	A	A
F	F	F
L	L	L
P	P	P
R	R	R
M	M	M
H	H	H

Figura 18. Distribuição do uso da terra na sub-área 1, em 28/05/78.

Figura 19. Distribuição do uso da terra na sub-área 2, em 28/05/78.

Figura 20. Distribuição do uso da terra na sub-área 3, em 28/05/78.

Figura 21. Distribuição do uso da terra na sub-área 4, em 28/05/78.

Figura 22. Distribuição do uso da terra na sub-área 5, em 28/05/78.

Figura 23. Distribuição do uso da terra na sub-área 6, em 28/05/78.

Figura 24. Distribuição do uso da terra na sub-área 7, em 28/05/78.

Figura 25. Distribuição do uso da terra na sub-área 8, em 28/05/78.

Onde os códigos X2 referem-se aos talhões de cana cortados antes de 23/07/78 e X3 aos talhões de cana cortados entre 23/07/78 e 03/10/78.

3.12. Análises Espectrais

Estabelecido o uso da terra das sub-áreas ao nível de glebas, foram efetuadas medidas densitométricas nos diferentes tipos de imagens com o objetivo de verificar a existência de comportamentos espectrais específicos que permitam identificar as diferentes coberturas vegetais analisadas, com ênfase na cultura da cana-de-açúcar.

3.12.1. Em fotografias aéreas infravermelhas coloridas

Se bem que a cobertura aerofotográfica não tenha sido planejada para um estudo densitométrico, as fotografias resultantes podem ser consideradas satisfatórias para os objetivos do presente trabalho, por apresentarem características que não contrariam as recomendações de STEINER e HAEFNER (1965), ou seja:

- a) utilização de lente grande angular;
- b) sobrevôo em horário de grande elevação solar;

- c) todas as fotografias tomadas no mesmo dia e praticamente no mesmo horário;
- d) utilização de filtro "anti-vignetting";
- e) processamento padronizado do filme e da cópia.

As condições próprias da área de estudo, caracterizada por um relevo suave, minimizam o efeito topográfico sobre o ângulo de incidência da luz solar, concorrendo para uma iluminação uniforme do terreno.

A fim de se eliminar, ainda mais, possíveis distorções tonais, foram seguidas as recomendações de STEINER e HAEFNER (1965) e de DONZELI (1979), de restringir as medidas densitométricas a áreas menores das fotografias. Conforme sugestão desses autores, as medidas foram realizadas somente em glebas situadas dentro da área útil de cada fotografia, ou seja, a área central compreendida entre o ponto principal e a metade do recobrimento.

Como o tipo de solo também tem influência marcante na tonalidade, como observaram DONZELI (1979) e MENDONÇA (1980), principalmente quando despido da vegetação, o presente estudo restringiu-se a medidas densitométricas em glebas situadas sobre latossolos argilosos, representativos da área de estudo.

Com o emprego do densitômetro de transmissão Macbeth TD504 efetuou-se a medição da densidade ótica das di

ferentes coberturas vegetais representadas nas fotografias, obtendo-se valores médios de três repetições em quatro filtros, em diferentes locais das amostras. Cada ponto amostrado segundo a abertura de 3 mm de diâmetro representava uma área no terreno de quase 0,3 hectares.

Além da caracterização espectral de cada gleba através das medidas densitométricas nos filtros vermelho, verde, azul e visual, foram determinados alguns índices que se mostraram úteis em pesquisas similares. Assim, foram calculados os valores R, RR e RRR, propostos por RIB (1968) como geradores, respectivamente, do valor, matiz e croma Munsell/densitométricos. Foram utilizadas as equações:

$$a) R = \text{Visual}$$

$$b) RR = \frac{A}{B} \quad \text{sendo} \quad A = D-I \text{ e } B = I-d$$

$$c) RRR = \frac{D-d}{d}$$

Onde: R é a leitura no filtro visual;

D é a maior leitura com filtro colorido;

I é a leitura intermediária com filtro colorido;

d é a menor leitura com filtro colorido.

No presente trabalho, ao índice RR não foi imposta a restrição de $RR \geq 1$ proposta por RIB (1968). Com esta alteração, o índice RR passa a indicar ambas as condições, $A \geq B$ ou $B \geq A$, que podem ser identificadas quando ti-

vermelhos $RR \geq 1$ ou $RR \leq 1$, respectivamente.

Por outro lado, as medidas nos três filtros coloridos foram normalizadas conforme sugestão de BROONER e SIMONETT (1971) e de FUHRER *et alii* (1981):

$$a) \frac{V_m}{\Sigma \text{ cores}} = \frac{\text{vermelho}}{\text{vermelho} + \text{verde} + \text{azul}}$$

$$b) \frac{V_d}{\Sigma \text{ cores}} = \frac{\text{verde}}{\text{vermelho} + \text{verde} + \text{azul}}$$

$$c) \frac{A_z}{\Sigma \text{ cores}} = \frac{\text{azul}}{\text{vermelho} + \text{verde} + \text{azul}}$$

Em analogia à razão espectral, recomendada por diversos pesquisadores para a análise de imagens multiespectrais do tipo fornecido pelo satélite LANDSAT, foram determinadas, ainda, as razões entre densidades:

$$a) \frac{V_d}{V_m} = \frac{\text{verde}}{\text{vermelho}}$$

$$b) \frac{A_z}{V_m} = \frac{\text{azul}}{\text{vermelho}}$$

$$c) \frac{V_d - V_m}{V_d + V_m} = \frac{\text{verde} - \text{vermelho}}{\text{verde} + \text{vermelho}}$$

$$d) \frac{A_z - V_m}{A_z + V_m} = \frac{\text{azul} - \text{vermelho}}{\text{azul} + \text{vermelho}}$$

A riqueza de cores proporcionada pelas fotografias aéreas infravermelhas sugeriu pesquisar, além das categorias gerais propostas, uma possível diferenciação no com-

portamento espectral de distintas variedades genéticas de cana-de-açúcar. Desse modo, foram pesquisadas as variedades: NA56-79, CB41-76, IAC48-65, CB47-355, IAC52-150, CB46-47, CB40-13, CB56-171 e CB56-126, de ocorrência significativa na região. Neste trabalho, essas variedades foram codificadas por: Na, 4176, 4865, 47355, 52150, 4647, 4013, 56171 e 56126, respectivamente.

Por sua vez, a presença de diferentes taxas de cobertura do solo pela cultura do café, levou a subdividir esta categoria em cafezal aberto (F1) e cafezal fechado (F2).

3.12.2. Em transparências LANDSAT

Utilizando-se o densitômetro de transmissão Macbeth TD504, foram tomadas medidas de densidade ótica apenas com o filtro visual, tendo em vista tratarem-se de imagens monocromáticas. Devido à pequena escala das fotografias (1:250.000), a área medida foi reduzida para um círculo de 1 mm de diâmetro, que corresponde a uma área no terreno de 5 hectares, aproximadamente.

Se bem que o ERTS Data User's Handbook (NASA, 1972) não recomende medidas densitométricas em imagens LANDSAT com aberturas menores que 3 mm, ASHLEY e REA (1975) preocupados com a grande área do terreno abrangida com esse diâmetro (44 hectares, na escala 1:250.000), testaram aberturas de 0,4 a 3,0 mm, não encontrando diferenças significativas.

Assim, cada amostra das coberturas do terreno analisadas foi caracterizada pela média de três medidas densitométricas, tomadas em pontos homólogos nos dois canais considerados (5 e 7) e nas três épocas de passagem do satêlite (06/04/78, 23/07/78 e 03/10/78).

De forma similar à análise das fotografias aéreas, as medidas originais nos canais 5 e 7 foram transformadas em índices, tendo sido escolhidos aqueles considerados significativos em pesquisas anteriores.

Uma das transformações foi a normalização dos dados, em analogia ao tratamento das fotografias infravermelhas:

$$a) \frac{C5}{C5+C7} = \frac{\text{Canal 5}}{\text{Canal 5} + \text{Canal 7}}$$

$$b) \frac{C7}{C5+C7} = \frac{\text{Canal 7}}{\text{Canal 5} + \text{Canal 7}}$$

Também foram utilizadas duas razões espectrais, conforme sugestões de ASHLEY e REA (1975) e de GARCIA e BIAZON (1981):

$$a) \frac{C5}{C7} = \frac{\text{Canal 5}}{\text{Canal 7}}$$

$$b) \frac{C5-C7}{C5+C7} = \frac{\text{Canal 5} - \text{Canal 7}}{\text{Canal 5} + \text{Canal 7}}$$

Como essas imagens não apresentam o detalhamento proporcionado pelas fotografias aéreas infravermelhas co-

loridas, foram analisadas as categorias gerais de cobertura do terreno, sem subdivisões quanto à variedade no caso da cana-de-açúcar, ou da taxa de cobertura do terreno para cafezal.

Não sendo, também, possível a individualização das glebas, cada amostra representou uma área contínua abrangida pela cobertura analisada. No caso das fotografias aéreas cada amostra representou uma gleba ou talhão perfeitamente visível, ou seja, uma área cultivada homogênea, sem caminhos internos.

3.12.3. Em fitas compatíveis com computador (CCT)

Utilizando-se o analisador Image-100, foram obtidos os valores das respostas espectrais armazenadas sob a forma digital em fitas magnéticas compatíveis com computador.

Este trabalho consistiu em determinar os níveis de cinza, numa escala de 0 (preto) a 255 (branco), apresentados pelas mesmas categorias analisadas nas transparências LANDSAT, nas mesmas datas de passagem do satélite, e que se encontram armazenados em fitas na forma original, sem as alterações promovidas pelo processamento fotográfico.

A localização dos pontos das amostras para obtenção das medidas foi feita no vídeo do aparelho através do cursor luminoso com quatro elementos de imagem (formato +). A representação da imagem no vídeo foi ampliada de forma a cada sub-área de estudo aparecer na escala 1:35.000, igual àque

la apresentada pelos "croquis" de simulação das coberturas do terreno nas três épocas de passagem do satélite. Isto possibilitou a localização de amostras difíceis de identificar no vídeo do Image-100. Nesta escala, cada ponto amostrado representava uma área de aproximadamente 1,8 hectares no terreno.

Através do programa "single pixel training" foram obtidas as informações espectrais das amostras nos canais 4, 5, 6 e 7, sendo cada amostra caracterizada pela média das respostas espectrais de quatro elementos de imagem, em cada canal.

Analogamente à análise das fotografias aéreas e das transparências LANDSAT, os dados espectrais obtidos sofreram transformações, a primeira das quais foi a normalização recomendada pela GENERAL ELECTRIC (1975):

$$\begin{aligned}
 \text{a)} \quad & \frac{C4}{\Sigma \text{ Canais}} = \frac{\text{Canal 4}}{\text{Canal 4} + \text{Canal 5} + \text{Canal 6} + \text{Canal 7}} \\
 \text{b)} \quad & \frac{C5}{\Sigma \text{ Canais}} = \frac{\text{Canal 5}}{\text{Canal 4} + \text{Canal 5} + \text{Canal 6} + \text{Canal 7}} \\
 \text{c)} \quad & \frac{C6}{\Sigma \text{ Canais}} = \frac{\text{Canal 6}}{\text{Canal 4} + \text{Canal 5} + \text{Canal 6} + \text{Canal 7}} \\
 \text{d)} \quad & \frac{C7}{\Sigma \text{ Canais}} = \frac{\text{Canal 7}}{\text{Canal 4} + \text{Canal 5} + \text{Canal 6} + \text{Canal 7}}
 \end{aligned}$$

Também foram calculadas as razões espectrais, conforme sugerem ASHLEY e REA (1975), MALILA *et alii* (1980), BERG (1981) e BUNNIK (1981):

$$a) \frac{C7}{C5} = \frac{\text{Canal 7}}{\text{Canal 5}}$$

$$b) \frac{C6}{C4} = \frac{\text{Canal 6}}{\text{Canal 4}}$$

$$c) \frac{C7-C5}{C7+C5} = \frac{\text{Canal 7} - \text{Canal 5}}{\text{Canal 7} + \text{Canal 5}}$$

$$d) \frac{C6-C4}{C6+C4} = \frac{\text{Canal 6} - \text{Canal 4}}{\text{Canal 6} + \text{Canal 4}}$$

Observe-se aqui, que a posição dos canais 5 e 7 está invertida quando comparada com as razões espectrais calculadas para as transparências. Isto deve-se ao fato de o Image-100 determinar os níveis de cinza segundo uma escala inversa à das medidas densitométricas, nas quais o tom preto está relacionado com o maior valor de densidade.

Se bem que diversos autores, como SCHREIER *et alii* (1982) considerem os canais 4 e 6 do LANDSAT redundantes em relação aos canais 5 e 7, ambos os canais visíveis e infravermelhos foram analisados para fins comparativos.

3.13. Análise Temporal

Seguindo as recomendações de diversos pesquisadores, como STEINER (1970), ASHLEY e REA (1975), MENDONÇA *et alii* (1981), SCHREIER *et alii* (1982), as análises espectrais realizadas nas três épocas de passagem do LANDSAT foram estudadas comparativamente, não apenas para se verificar qual a

época mais indicada para a identificação da cultura da cana-de-açúcar mas, também, para se determinar a combinação de épocas mais satisfatória para tal objetivo.

Para que essa análise comparativa fosse viável, todas as medidas de densidade foram efetuadas em pontos homólogos nas imagens das três épocas (06/04/78, 23/07/78 e 03/10/78).

A análise temporal foi realizada em função dos mesmos parâmetros utilizados para a análise espectral, embora este trabalho tenha suas limitações devido, principalmente, às diferentes elevações do sol e possíveis variações atmosféricas por ocasião das passagens do satélite.

3.14. Análise Estatística

A significância de cada tipo de determinação utilizado para a análise espectral (densidades óticas das transparências fotográficas, respostas espectrais nas fitas compatíveis com computador, normalizações e razões espectrais) foi testada por meio de análise de variância para se verificar a sua capacidade de discriminação entre as diferentes coberturas do terreno em estudo.

Segundo as recomendações de LECLERG *et alii* (1966), utilizou-se a transformação $\sqrt{x}$ para as medidas de densidade ótica e respostas espectrais. Para os dados normalizados e razões espectrais, índices adimensionais, foram

utilizadas as transformações $\log (x+1)$ ou $\log (x+2)$, conforme o caso requeresse.

Para a análise de variância foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com diferentes números de repetições por tratamento (Tabelas 3 e 4), aplicando-se, posteriormente, o teste "F". Como complementação da análise de variância, utilizou-se o método de Tukey, para o confronto entre as médias de tratamentos, aos níveis de 1% e 5% de probabilidade.

Tabela 3. Tratamentos e repetições em fotografias aéreas infravermelhas coloridas.

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES
C1-NA	6
C2-NA	17
C2-4176	10
C2-4865	3
C2-47355	2
S-NA	4
S-4176	29
S-4865	16
S-47355	8
S-4647	11
S-4013	8
S-56171	3
S-56126	3
N-NA	10
N-4176	9
N-47355	3
N-52150	4
X	6
A	11
F1	4
F2	3
L	15
P	7
R	4
M	13
H	6
TOTAL	215

Tabela 4. Tratamentos e repetições em imagens LANDSAT.

TRATAMENTOS	NÚMERO DE REPETIÇÕES						
	TRANSPARÊNCIAS			FITAS CCT			
	06/04/78	23/07/78	03/10/78	06/04/78	23/07/78	03/10/78	
C1	3	-	-	5	-	-	
C1X2	-	3	3	-	5	5	
C2	10	3	-	15	4	-	
C2X2	-	7	7	-	11	11	
C2X3	-	-	3	-	-	3	
S	16	13	8	16	12	4	
SX2	-	3	3	-	4	2	
SX3	-	-	5	-	-	8	
SR	-	-	-	-	-	2	
N	9	11	11	6	6	6	
A	4	5	5	6	6	6	
F	6	6	6	6	6	6	
L	4	4	4	8	8	7	
P	4	4	4	5	5	4	
R	3	3	3	4	4	4	
M	5	5	5	10	10	10	
H	4	4	4	5	5	5	
TOTAL	68	71	71	86	86	83	

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma das principais utilizações do sensoriamento remoto, mediante suas características de fornecer informações da superfície da Terra, tem sido o mapeamento da vegetação natural e do uso da terra. Para isso são seguidas as seguintes linhas de trabalho:

1) interpretação visual de fotografias aéreas pancromáticas, através da análise de padrões de identificação com uso de estereoscopia, como fizeram o IBC/GERCA (1968), SERRA Fº *et alii* (1974), CHIARINI *et alii* (1976 e 1978) e KOFFLER *et alii* (1979 e 1980);

2) interpretação visual de fotografias aéreas coloridas, normais ou infravermelhas, onde aos padrões convencionais de fotointerpretação é adicionada a dimensão cor, podendo-se citar os trabalhos de BECKING (1959), NORTHROP e JOHNSON (1970) e STEPHENS (1976);

3) interpretação visual de imagens multiespec-

trais, conforme YOST e WENDEROTH (1968), NOSSEIR *et alii* (1975) e MENDONÇA *et alii* (1981);

4) interpretação automática de imagens multiespectrais, como fizeram HERNANDES Fº e SHIMABUKURO (1978) e MENDONÇA (1980);

5) Procura de uma base quantitativa, por meio de medidas de densidade ou respostas espectrais como os trabalhos de STEINER e HAEFNER (1965), BROONER e SIMONETT (1971), ASHLEY e REA (1975), GARCIA e MARCHETTI (1977 a, b), MALILA *et alii* (1980) e outros.

Em todos esses trabalhos, a preocupação primária foi identificar os padrões intrínsecos de cada tipo de cobertura do terreno, de modo a obter-se mapeamentos com uma razão velocidade/precisão vantajosa em termos econômicos.

Em virtude da importância crescente que a cultura da cana-de-açúcar vem tomando, trazendo como consequência uma grande expansão no território nacional, cada vez mais as técnicas de sensoriamento remoto podem ser úteis para fornecer informações confiáveis sobre a ocupação das terras por essa cultura.

Assim, procurou-se verificar o comportamento da cultura da cana-de-açúcar em fotografias aéreas infravermelhas coloridas, consideradas aquelas que fornecem a maior gama de informações dentre as fotografias aéreas - conforme salientam ANSON (1968), NORTHROP e JOHNSON (1970), GARCIA

(1975) e STEPHENS (1976) - e imagens multiespectrais do satêlite LANDSAT, que são obtidas a cada 18 dias.

Este trabalho de identificação da cana-de-açúcar foi desenvolvido em bases quantitativas para se evitar a subjetividade característica dos padrões determinados pela fotointerpretação convencional e fornecer dados reproduzíveis, conforme recomendam GARCIA e MARCHETTI (1977 a).

4.1. Análise das Fotografias Aéreas Infravermelhas Coloridas

Na Tabela 5 são apresentados os resultados médios das leituras densitométricas obtidas sobre as imagens dos diferentes tipos de uso da terra nas fotografias aéreas infravermelhas coloridas. As leituras de densidade ótica foram multiplicadas por 100 para constituírem a base do cálculo das variáveis Munsell/densitométricas propostas por RIB (1968): R (representada pela leitura no filtro visual e geradora do *valor* de Munsell), RR (geradora da *matiz*) e RRR (geradora do *cor*). Também constam as médias dos índices resultantes da normalização das leituras densitométricas e das razões espectrais.

O teste "F" aplicado mostrou-se altamente significativo para todos os tipos de dados, indicando a existência de diferenças entre tratamentos (ou categorias), tanto para densidades óticas, como para dados normalizados e ra-

Tabela 5. Dados densitométricos e índices das fotografias aéreas infravermelhas coloridas (média e erro padrão da média).

CATEGORIA	FILTROS (Dx100)				VARIÁVEIS MUNSELL DENSITOMÉTRICAS				NORMALIZAÇÃO				RAZÃO ESPECTRAL			
	VERMELHO (Vm)	VERDE (Vd)	AZUL (Az)	VISUAL (R)	RR	RRR	Vm	Vd	Az	Vd	Az	Vd	Vm	Vd	Az	Vm
				(R)			Σ cores	Σ cores	Σ cores	Σ cores	Σ cores	Σ cores	Σ cores	Σ cores	Σ cores	Σ cores
C1-NA	111+4	143+4	156+7	125+4	0,42±0,07	0,41±0,03	0,27±0,00	0,35±0,00	0,38±0,00	1,29±0,03	1,41±0,03	0,13±0,01	0,17±0,01	0,13±0,01	0,17±0,01	0,17±0,01
C2-NA	113+1	114+4	123+4	110+2	2,30±0,67	0,17±0,01	0,32±0,01	0,32±0,00	0,35±0,00	1,01±0,03	1,09±0,03	0,00±0,02	0,04±0,01	0,00±0,02	0,04±0,01	0,04±0,01
C2-4176	100+3	111+1	117+2	104+2	2,32±1,06	0,19±0,03	0,30±0,01	0,34±0,00	0,36±0,00	1,11±0,03	1,18±0,03	0,05±0,02	0,08±0,01	0,05±0,02	0,08±0,01	0,08±0,01
C2-4865	99+5	102+2	109+5	101+6	1,33±0,84	0,23±0,09	0,32±0,03	0,33±0,01	0,35±0,02	1,04±0,13	1,11±0,16	0,01±0,06	0,04±0,07	0,01±0,06	0,04±0,07	0,04±0,07
C2-47355	99+7	123+8	126+2	110+7	0,17±0,12	0,27±0,02	0,28±0,00	0,35±0,00	0,36±0,00	1,23±0,01	1,26±0,02	0,10±0,00	0,12±0,01	0,10±0,00	0,12±0,01	0,12±0,01
S-NA	86+2	101+2	98+3	92+1	0,24±0,15	0,17±0,03	0,30±0,00	0,35±0,01	0,34±0,00	1,17±0,03	1,14±0,02	0,08±0,01	0,06±0,01	0,08±0,01	0,06±0,01	0,06±0,01
S-4176	98+2	110+2	117+3	102+2	1,35±0,33	0,20±0,02	0,30±0,00	0,34±0,00	0,36±0,00	1,12±0,02	1,19±0,02	0,06±0,01	0,09±0,01	0,06±0,01	0,09±0,01	0,09±0,01
S-4865	89+4	98+4	99+6	92+4	1,42±0,46	0,13±0,02	0,31±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	1,10±0,01	1,10±0,02	0,05±0,01	0,04±0,01	0,05±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01
S-47355	123+5	144+4	160+7	132+4	2,41±1,53	0,31±0,03	0,29±0,01	0,33±0,00	0,37±0,00	1,17±0,04	1,31±0,03	0,08±0,02	0,13±0,01	0,08±0,02	0,13±0,01	0,13±0,01
S-4647	105+3	113+5	117+7	107+4	0,62±0,21	0,12±0,03	0,32±0,00	0,34±0,00	0,35±0,00	1,07±0,02	1,10±0,03	0,03±0,01	0,05±0,01	0,03±0,01	0,05±0,01	0,05±0,01
S-4013	89+3	94+3	93+5	89+3	1,43±0,53	0,07±0,01	0,32±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	1,06±0,01	1,04±0,02	0,03±0,00	0,02±0,01	0,03±0,00	0,02±0,01	0,02±0,01
S-56171	92+6	111+2	111+3	101+3	0,09±0,05	0,22±0,04	0,29±0,01	0,35±0,01	0,36±0,00	1,22±0,05	1,22±0,04	0,10±0,02	0,09±0,02	0,10±0,02	0,09±0,02	0,09±0,02
S-56126	94+6	109+2	112+3	100+3	0,37±0,22	0,20±0,06	0,30±0,01	0,34±0,01	0,36±0,00	1,17±0,06	1,20±0,06	0,07±0,03	0,09±0,02	0,07±0,03	0,09±0,02	0,09±0,02
N-NA	119+4	125+2	142+3	121+3	6,17±2,44	0,21±0,02	0,31±0,00	0,32±0,00	0,37±0,00	1,06±0,03	1,20±0,02	0,03±0,01	0,09±0,01	0,03±0,01	0,09±0,01	0,09±0,01
N-4176	126+5	104+2	128+3	110+2	1,00±0,45	0,27±0,04	0,35±0,01	0,29±0,01	0,36±0,00	0,84±0,04	1,02±0,02	-0,09±0,02	0,01±0,01	-0,09±0,02	0,01±0,01	0,01±0,01
N-47355	138+3	105+3	134+1	114+3	0,13±0,08	0,30±0,04	0,37±0,00	0,28±0,00	0,36±0,00	0,76±0,01	0,97±0,02	-0,14±0,01	-0,01±0,01	-0,14±0,01	-0,01±0,01	-0,01±0,01
N-52150	115+2	111+3	128+3	110+3	0,32±0,11	0,28±0,02	0,32±0,02	0,32±0,02	0,36±0,01	1,00±0,12	1,14±0,10	-0,01±0,06	0,06±0,04	-0,01±0,06	0,06±0,04	0,06±0,04
X	140+3	99+3	130+3	114+3	0,62±0,13	0,50±0,03	0,39±0,00	0,26±0,00	0,34±0,00	0,67±0,01	0,88±0,02	-0,20±0,01	-0,06±0,01	-0,20±0,01	-0,06±0,01	-0,06±0,01
A	158+8	103+6	149+9	120+6	0,22±0,05	0,54±0,01	0,39±0,00	0,25±0,00	0,36±0,00	0,65±0,00	0,94±0,01	-0,21±0,00	-0,03±0,01	-0,21±0,00	-0,03±0,01	-0,03±0,01
F1	158+2	116+6	157+4	129+11	0,16±0,07	0,36±0,03	0,37±0,01	0,27±0,00	0,36±0,00	0,73±0,02	0,99±0,03	-0,15±0,01	0,00±0,01	-0,15±0,01	0,00±0,01	0,00±0,01
F2	133+1	159+2	189+2	147+1	1,11±0,07	0,42±0,01	0,28±0,00	0,33±0,00	0,39±0,00	1,20±0,01	1,42±0,01	0,09±0,00	0,17±0,01	0,09±0,00	0,17±0,01	0,17±0,01
L	138+8	104+7	132+9	114+7	0,47±0,09	0,36±0,02	0,37±0,00	0,28±0,00	0,35±0,00	0,75±0,02	0,95±0,02	-0,15±0,01	-0,03±0,01	-0,15±0,01	-0,03±0,01	-0,03±0,01
P	140+9	117+5	138+8	124+7	0,31±0,09	0,20±0,03	0,35±0,00	0,30±0,00	0,36±0,00	0,84±0,02	0,98±0,01	-0,08±0,01	-0,01±0,01	-0,08±0,01	-0,01±0,01	-0,01±0,01
R	104+5	154+2	178+9	128+8	0,46±0,06	0,70±0,09	0,24±0,01	0,35±0,00	0,40±0,01	1,48±0,04	1,70±0,09	0,19±0,01	0,26±0,02	0,19±0,01	0,26±0,02	0,26±0,02
M	121+4	167+3	193+5	144+4	0,65±0,10	0,61±0,04	0,25±0,00	0,35±0,00	0,40±0,00	1,39±0,04	1,61±0,04	0,16±0,01	0,23±0,01	0,16±0,01	0,23±0,01	0,23±0,01
H	251+6	160+8	169+10	186+8	23,85±14,40	0,59±0,05	0,43±0,01	0,28±0,00	0,29±0,01	0,64±0,02	0,67±0,03	-0,23±0,01	-0,20±0,02	-0,23±0,01	-0,20±0,02	-0,20±0,02
TESTE "F"	26,74**	14,37**	13,91**	13,86**	5,95**	24,46**	40,39**	51,57**	26,49**	42,34**	33,70**	46,99**	33,31**	46,99**	33,31**	33,31**

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

zões espectrais, ao nível de 1% de probabilidade.

As medidas densitométricas sobre imagens de cana-de-açúcar adulta (C1, C2 e S), mostram-se com valores menores no filtro vermelho em relação aos demais filtros coloridos, estando de acordo com a tonalidade magenta que as caracterizam, resultado da alta reflexão no infravermelho, conforme explicam BROONER e SIMONETT (1971).

Por sua vez, os canaviais novos, com exceção da variedade NA56-79 (N-NA) que se desenvolveu precocemente, apresentam o menor valor de densidade no filtro verde, resultante do predomínio dessa tonalidade no matiz, devido à grande contribuição da cor avermelhada do solo, ainda parcialmente coberto pela cana-de-açúcar em início de desenvolvimento.

Já em canaviais cortados (X), a densidade no filtro verde é bem menor do que nos demais filtros coloridos, consequência da influência maior da cor do solo, com contribuição de restos culturais (palhada). Neste aspecto, os dados de cana cortada pouco diferem das áreas de cultura anual colhida (A) e citrus (L).

O filtro visual fornece valores de densidade numa escala acromática de preto, cinza e branco, que representa o tom de cinza equivalente ao efeito conjunto das três cores primárias. Nesse aspecto pode-se observar o contraste apresentado pela cana-de-ano (C1-NA), as socas da variedade CB47-355 (S-47355) e a cana nova NA56-79 (N-NA), sensivelmen

te mais densas do que os demais tipos de canavial.

Entre as variáveis Munsell/densitométricas propostas por RIB (1968), os valores RR apresentaram-se os menos estáveis, indicando a presença de diferentes matizes dentro de cada categoria de uso da terra, não concordando com os resultados do trabalho de PARRY *et alii* (1969), embora este tenha trabalhado apenas com espécies florestais.

Isto pode ser consequência tanto das distorções tonais promovidas pelo próprio sistema fotográfico, conforme advertem LUEDER (1959) e STEINER e HAEFNER (1965), mas também resultado do grande número de variáveis culturais que interagem na lavoura canavieira, como diferentes épocas de plantio, corte e tratos culturais. O solo, na ausência de vegetação, apresentaria matiz, valor e croma mais homogêneos, conforme indica o trabalho de DONZELI (1979).

Se bem que esses fatores tenham também influenciado as medidas absolutas de densidade ótica, seu efeito foi realmente minimizado pela normalização e razão espectral, indicando a existência de uma proporcionalidade entre as densidades de cada camada do filme colorido dentro de cada categoria analisada, conforme haviam afirmado BROONER e SIMONETT (1971) e FUHRER *et alii* (1981).

A Tabela 6 relaciona as cores médias com que as diferentes categorias de uso da terra aparecem nas fotografias aéreas infravermelhas coloridas, segundo a classifi-

Tabela 6. Cores médias das categorias de uso da terra em fotografias aéreas infravermelhas coloridas.

CATEGORIAS	NOTAÇÃO MUNSELL	DENOMINAÇÃO ISCC-NBS
C1-NA	7,5R 6/6	30-Rosa amarelado escuro
C2-NA	7,5RP 6/2	227-Púrpura pálido
C2-4176	5RP 8/4 + 2,5BG 6/6	252-Rosa purpúreo pálido + 163-Verde azulado claro
C2-4865	5RP 7/4	253-Rosa purpúreo cinzento
C2-47355	5R 5/4	19-Vermelho cinzento
S-NA	5RP 7/6	250-Rosa purpúreo moderado
S-4176	10P 7/4	253-Rosa purpúreo cinzento
S-4865	10P 8/6	249-Rosa purpúreo claro
S-47355	2,5R 6/6	6-Rosa escuro
S-4647	2,5RP 8/4	252-Rosa purpúreo pálido
S-4013	10P 7/4	253-Rosa purpúreo cinzento
S-56171	10P 7/6	250-Rosa purpúreo moderado
S-56126	10P 7/4	253-Rosa purpúreo cinzento
N-NA	10P 7/2	253-Rosa purpúreo cinzento (1)
N-4176	5G 6/4	144-Verde claro (2)
N-47355	5G 6/4	144-Verde claro (2)
N-52150	5G 6/4	144-Verde claro (2)
X	7,5G 6/10	140-Verde brilhante
A	5G 6/8	140-Verde brilhante
F1	5G 7/6	144-Verde claro
F2	10R 5/4	42-Marrom avermelhado claro
L	5G 6/2	149-Verde pálido
P	10G 6/4	163-Verde azulado claro
R	10R 4/8	38-Laranja avermelhado escuro
M	10R 4/6	43-Marrom avermelhado moderado
H	2,5B 4/8	169-Azul esverdeado forte

Obs.: (1) com manchas verdes;

(2) com manchas róseas;

(3) com listas brancas.

cação psicológica de Munsell (KOLLMORGEN, 1976) e a denominação do ISCC-NBS (KELLY e JUDD, 1968). Estas cores seriam melhor caracterizadas através das variáveis Munsell/densitométricas recomendadas por RIB (1968) mas, para isso, seria necessário todo um trabalho de calibração do método, já que a presente pesquisa não se serviu dos mesmos filtros densitométricos usados por aquele autor.

4.1.1. Análise Discriminativa Espectral

As comparações múltiplas realizadas através do método de Tukey aos níveis de 1% e 5% de probabilidades (Tabelas A.1 a A.12 do Apêndice), permitiram estabelecer as discriminações entre as categorias de uso da terra, conforme o tipo de dados utilizados. As Tabelas 7 a 10 resumem essas discriminações com referência aos diferentes tipos de canal analisados, caracterizados pelo estágio de corte (C1, C2, S, N e X) e pela variedade (NA, 4176, 4865, 47355, 4647, 4013, 56171, 56126 e 52150).

A Tabela 11 mostra as limitações dessa identificação espectral, relacionando as categorias que não são discriminadas do tipo de canal de referência por nenhum dos métodos de análise utilizados.

Pela análise dessas Tabelas pode-se observar que, embora possa ser discriminado de determinadas categorias conforme cada tipo de dados analisado, nenhum tipo de ca

Tabela 7. Análise espectral dos dados das fotografias aéreas infravermelhas coloridas, segundo os filtros utilizados.

TIPOS DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS SEGUNDO O TIPO DE FILTRO			
	VERMELHO	VERDE	AZUL	VISUAL
C1-NA	X, A, F1, H	C2-NA*, S-NA, X, C2-4176*, S-4176, N-4176, C2-4865*, S-4865, S-4647*, S-4013, A, L	S-NA, C2-4176*, S-4176, S-4865, S-4647*, S-4013	S-4176*, S-4865, S-4013, H
C2-NA	X, S-4865, S-4013*, A, F1, L, P*, H	C1-NA*, S-47355, F2, R, M, H	S-4865*, S-47355, S-4013*, F2, R, M, H	S-4865, S-4013*, F2*, M, H
C2-4176	X, N-4176*, N-47355*, A, F1, L, P, H	C1-NA*, S-47355, F2, R, M, H	C1-NA*, S-47355, F2, R, M, H	S-47355, F2, M, H
C2-4865	X, A, F1, L*, P*, H	C1-NA*, S-47355, F2, R, M, H	S-47355*, F2, R, M, H	F2, M, H
C2-47355	X*, A, F1, H	Nenhuma	M	H
S-NA	N-NA, X, N-4176, S-47355, N-47355, A, F1, F2, L, P, M, H	C1-NA, S-47355, F2, R, M, H	N-NA*, C1-NA, S-47355, A, F1, F2, R, M, H	S-47355, F1*, F2, P*, R*, M, H
S-4176	N-NA*, X, N-4176, S-47355, N-47355, A, F1, F2*, L, P, M, H	C1-NA, S-47355, F2, R, M, H	C1-NA*, S-47355, A, F1*, F2, R, M, H	C1-NA, S-47355, F2, P*, M, H
S-4865	C2-NA, N-NA, X, N-4176, S-47355, N-47355, A, F1, F2, L, P, M, H	N-NA, C1-NA, S-47355, F2, R, M, H	C2-NA*, N-NA, C1-NA, X*, N-4176*, S-47355, A, F1, F2, L, P, R, M, H	C2-NA, N-NA, C1-NA, S-47355, A, F1, F2, L, P, R, M, H
S-47355	S-NA, S-4176, S-4865, S-4013, A, H	C2-NA, S-NA, X, C2-4176, S-4176, N-4176, C2-4865, S-4865, N-47355*, S-4647, S-4013, A, L	C2-NA, S-NA, C2-4176, S-4176, C2-4865*, S-4865, S-4647, S-4013, S-56171*	S-NA, C2-4176, S-4176, S-4865, S-4647*, S-4013, H
S-4647	X, A, F1, L, P, H	C1-NA*, S-47355, F2, R, M, H	C1-NA*, S-47355, A*, F2, R, M, H	S-47355*, F2, M, H
S-4013	C2-NA*, N-NA, X, N-4176, S-47355, N-47355, A, F1, F2, L, P, M, H	N-NA, C1-NA, S-47355, F2, R, M, H	C2-NA*, N-NA, C1-NA, X*, N-4176*, S-47355, A, F1, F2, L, P, R, M, H	C2-NA*, N-NA, C1-NA, S-47355, A, F1, F2, L, P, R, M, H
S-56171	X, N-47355*, A, F1, L, P, H	F2*, M, H	S-47355*, F2, R, M, H*	F2*, M, H
S-56126	X, A, F1, L, P, H	F2*, R*, M, H	F2, R, M, H*	F2*, M, H
N-NA	S-NA, S-4176*, S-4865, S-4013, A, F1, H	S-4865, S-4013, L*, M, H*	S-NA*, S-4865, S-4013, M	S-4865, S-4013, M*, H
N-4176	S-NA, C2-4176*, S-4176, S-4865, S-4013, A, H	C1-NA, S-47355, F2, R, M, H	S-4865*, S-4013*, F2, R*, M, H*	F2*, M, H
N-47355	S-NA, C2-4176*, S-4176, S-4865, S-4013, S-56171*, H	S-47355*, F2, R, M, H	M	H
N-52150	A, F1*, H	F2*, R*, M, H	F2*, M	M, H
X	C2-NA, S-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, C2-4865, C2-47355*, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, R, H	C1-NA, S-47355, F2, R, M, H	S-4865*, S-4013*, F2*, M	M, H

(*) difere ao nível de 5% de probabilidade, as demais categorias diferem a 1%.

Tabela 8. Análise espectral das fotografias aéreas infravermelhas coloridas, segundo as variáveis Munsell/densitométricas.

TIPOS DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS SEGUNDO O TIPO DE DADOS		
	R	RR	RRR
C1-NA	S-4176*, S-4865, S-4013, H	N-NA*, H	C2-NA, S-NA*, N-NA, C2-4176, S-4176, S-4865, S-4647, S-4013, P*, R*, M*
C2-NA	S-4865, S-4013*, F2*, M, H	A*, H	C1-NA, X, A, F1*, F2, L, R, M, H
C2-4176	S-47355, F2, M, H	H	C1-NA, X, A, F2*, L, R, M, H
C2-4865	F2, M, H	H	X*, A, R, M, H
C2-47355	H	H	R, M, H*
S-NA	S-47355, F1*, F2, P*, R*, M, H	N-NA*, H	C1-NA*, X, A, L*, R, M, H
S-4176	C1-NA, S-47355, F2, P*, M, H	N-NA*, H	C1-NA, X, S-4013*, A, F2*, L, R, M, H
S-4865	C2-NA, N-NA, C1-NA, S-47355, A, F1, F2, L, P, R, M, H	H	C1-NA, X, N-4176*, S-47355, A, F1, F2, L, R, M, H
S-47355	S-NA, C2-4176, S-4176, S-4865, S-4647*, S-4013, H	H	S-4865, S-4647, S-4013, A, R, M, H
S-4647	S-47355*, F2, M, H	N-NA, H	C1-NA, X, N-4176*, S-47355, A, F1, F2, L, R, M, H
S-4013	C2-NA*, N-NA, C1-NA, S-47355, A, F1, F2, L, P, R, M, H	H	N-NA*, C1-NA, X, S-4176*, N-4176, S-47355, N-47355*, N-52150, A, F1, F2, L, R, M, H
S-56171	F2*, M, H	N-NA*, H	X*, A, R, M, H
S-56126	F2*, M, H	H	X, A, R, M, H
N-NA	S-4865, S-4013, M*, H	S-NA*, C1-NA*, S-4176*, N-4176*, N-47355*, N-52150*, S-4647, S-56171*, A, F1, L, P, M, H	C1-NA, X, S-4013*, A, L*, R, M, H
N-4176	F2*, M, H	N-NA*, H	X, S-4865*, S-4647*, S-4013, A, R, M, H
N-47355	H	N-NA*, H	S-4013*, R, M, H*
N-52150	M, H	N-NA*, H	S-4013, A, R, M, H
X	M, H	H	C2-NA, S-NA, N-NA, C2-4176, S-4176, N-4176, C2-4865*, S-4865, S-4647, S-4013, S-56171*, S-56126, P

Tabela 9. Análise espectral dos dados das fotografias aéreas infravermelhas coloridas, segundo dados densitométricos normalizados.

TIPOS DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS SEGUNDO O TIPO DE DADOS		
	Vm	Vd	Az
	Σ cores	Σ cores	Σ cores
C1-NA	C2-NA, N-NA*, X, S-4176*, N-4176, S-4865, A, F1, N-47355, N-52150, L, S-4647, S-4013, P, H	C2-NA*, X, N-4176, N-47355, N-52150*, A, F1, L, P, H	C2-NA, S-NA, X, C2-4176*, S-4176, N-4176*, C2-4865, S-4865, S-4647, S-4013, L, P, H
C2-NA	C1-NA, X, S-4176*, S-47355, A, F1*, F2*, L, R, M, H	S-NA*, C1-NA*, S-4865, X, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H.	C1-NA, S-47355, F2, R, M, H
C2-4176	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	C1-NA*, S-4013*, F2, R, M, H
C2-4865	X, A, L, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, H	C1-NA, F2, R, M, H
C2-47355	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	R*, M, H
S-NA	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C2-NA*, X, N-4176, N-47355, N-52150*, A, F1, P, H	N-NA*, C1-NA, S-47355, F2, R, M, H
S-4176	C2-NA*, C1-NA*, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	C1-NA, S-4865, S-4013, F2, R, M, H
S-4865	C1-NA, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C2-NA, X, N-4176, N-47355, N-52150*, A, F1, L, P, H	N-NA, C1-NA, S-4176, S-47355, A*, F2, R, M, H
S-47355	C2-NA, X, N-4176, N-47355, S-4013*, A, F1, L, P, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	C2-NA, S-NA, X, S-4865, S-4647, S-4013, L, P, R, M, H
S-4647	C1-NA, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P*, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	N-NA, C1-NA, S-47355, F2, R, M, H
S-4013	C1-NA, X, S-47355*, A, F1*, L, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	N-NA, C1-NA, C2-4176*, S-4176, N-4176*, S-47355, A, F1*, F2, R, M, H
S-56171	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R*, M*, H	X, N-4176, N-47355, N-52150*, A, F1, L, P, H	R, M, H
S-56126	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	R, M, H
N-NA	C1-NA*, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R*, M*, H	S-NA*, X*, S-4865, S-4647, S-4013, R, M, H
N-4176	S-NA, N-NA, C1-NA, X*, C2-4176, S-4176, S-4865, C2-47355, A*, S-47355, S-4647, F2, R, S-56171, S-56126, M, H	S-NA, N-NA, C1-NA, X, C2-4176, S-4176, C2-4865, S-4865, C2-47355, S-47355, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, A, F2, R, M,	C1-NA*, S-4013*, F2, R, M, H
N-47355	S-NA, N-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, S-4865, C2-47355, F2, S-47355, S-4647, R, M, S-56126, S-56171, H	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, C2-4865, S-4865, C2-47355, S-47355, N-52150, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, F2, R, M, H	R, M, H
N-52150	C1-NA, X, A, L, R, M, H	S-NA*, C1-NA*, X, S-4865*, N-47355, S-56171, A, F1, L, R, M*, H	R, M, H
X	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, N-4176*, C2-4865, S-4865, C2-47355, S-47355, N-52150, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, F2, R, M, H*	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, N-4176, C2-4865, S-4865, C2-47355, S-47355, N-52150, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, F2, P, R, M	N-NA*, C1-NA, S-47355, F2, R, M, H

Tabela 10. Análise espectral dos dados das fotografias aéreas infravermelhas coloridas, segundo razões espectrais.

TIPOS DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS SEGUNDO O TIPO DE DADOS			
	Vd	Az	Vd-Vm	Az-Vm
	Vm	Vm	Vd+Vm	Az+Vm
C1-NA	C2-NA, N-NA*, X, N-4176, S-4865*, N-47355, N-52150, S-4647*, S-4013, A, F1, L, P, H	C2-NA, S-NA*, N-NA*, C2-4176, X, S-4176, N-4176, C2-4865, S-4865, N-47355, N-52150, S-4647, S-4013, A, F1, L, P, R*, H	C2-NA, N-NA*, X, N-4176, N-47355, N-52150, A, F1, L, P, H	C2-NA, X, C2-4176*, S-4176*, N-4176, C2-4865, S-4865, N-47355, N-52150*, S-4647, S-4013, A, F1, L, P, H
C2-NA	C1-NA, X, S-4176*, N-4176, S-47355*, N-47355, A, F1, L, P*, R, M, H	C1-NA, X, S-47355, A, F2, L, R, M, H	C1-NA, X, S-4176*, N-4176, S-47355*, N-47355, A, F1, L, P*, R, M, H	C1-NA, X, S-47355, A, F2, L, R, M, H
C2-4176	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA, X, A, L, P, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA*, X, N-4176*, A, L, P, R, M, H
C2-4865	X, A, F1, L, R, M, H	C1-NA, F2*, R, M, H	X, N-47355*, A, F1, L, R, M, H	C1-NA, F2*, R, M, H
C2-47355	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	X, A, L, R, M*, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	X, A, L, P*, H
S-NA	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, H	C1-NA*, X, A*, L*, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	X, A*, L*, R, M, H
S-4176	C2-NA*, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA, X, N-4176, N-47355*, S-4013*, A, F1*, L, P, R, M, H	C2-NA*, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA*, X, N-4176, N-47355*, S-4013*, A, F1*, L, P, R, M, H
S-4865	C1-NA*, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA, X, S-47355, A, F2, L, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA, X, S-47355, A, F2, L, R, M, H
S-47355	C2-NA*, X, N-4176, N-47355, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, F2, R, M	C2-NA, X, N-4176, S-4865, N-47355, S-4647, S-4013, A, F1, L, P, R, M, H	C2-NA*, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R*, M*, H	C2-NA, X, N-4176, S-4865, N-47355, S-4647, S-4013, A, F1, L, P, R, M, H
S-4647	C1-NA*, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA, X, S-47355, A*, F2, L*, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA, X, S-47355, A, F2, L, R, M, H
S-4013	C1-NA, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA, S-4176*, S-47355, F2, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA, X*, S-4176*, S-47355, F2, R, M, H
S-56171	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	X, A, L, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	X, A, L, R, M, H
S-56126	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R*, H	X, A, L*, R, M, H	X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, H	X, A, L, R, M, H
N-NA	C1-NA, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	C1-NA*, X, N-4176*, A, L, P, R, M, H	C1-NA*, X, N-4176, N-47355, A, F1, L, P, R, M, H	X, N-4176*, A, L, P, R, M, H
N-4176	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, X*, C2-4176, S-4176, S-4865, C2-47355, S-47355, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, A, F2, R, M, H	N-NA*, C1-NA, S-4176, S-47355, F2, R, M, H	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, X, C2-4176, S-4176, S-4865, C2-47355, S-47355, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, A, F2, R, M, H	N-NA*, C1-NA, C2-4176*, S-4176, S-47355, F2, R, M, H
N-47355	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, S-4865, C2-47355, S-47355, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, F2, R, M	C1-NA, S-4176*, S-47355, F2, R, M, H	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, C2-4865*, S-4865, C2-47355, S-47355, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, F2, R, M	C1-NA, S-4176*, S-47355, F2, R, M, H
N-52150	C1-NA, X, A, F1*, L, R, M, H	C1-NA*, X, R, M, H	C1-NA, X, A, F1, L, R, M, H	C1-NA*, X, A*, L*, R, M, H
X	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, N-4176*, C2-4865, S-4865, C2-47355, S-47355, N-52150, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, F2, R, M	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, S-4865, C2-47355, S-47355, N-52150, S-4647, S-56171, S-56126, F2, R, M, H	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, N-4176, C2-4865, S-4865, C2-47355, S-47355, N-52150, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, F2, P, R, M	C2-NA, S-NA, N-NA, C1-NA, C2-4176, S-4176, S-4865, C2-47355, S-47355, N-52150, S-4647, S-4013*, S-56171, S-56126, F2, R, M, H

Tabela 11. Análise espectral dos dados das fotografias aéreas infravermelhas coloridas: categorias não discriminadas.

TIPOS DE CANAVIAL	CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
C1-NA	C2-47355, S-47355, S-56171, S-56126, F2, R*, M*
C2-NA	C2-4176, C2-4865, C2-47355, S-NA*, S-4176*, S-4647, S-4013*, S-56171, S-56126, N-NA, N-52150
C2-4176	C2-4176, C2-4865, C2-47355, S-NA, S-4176, S-4865, S-4647, S-4013*, S-56171, S-56126, N-NA, N-52150
C2-4865	C2-NA, C2-4176, C2-47355, S-NA, S-4176, S-4865, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, N-NA, N-52150, P*
C2-47355	C1-NA, C2-NA, C2-4176, C2-4865, S-NA, S-4176, S-4865, S-47355, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, N-NA, N-52150, F2
S-NA	C2-NA*, C2-4176, C2-4865, C2-47355, S-4176, S-4865, S-4647, S-4013, S-56171, S-56126, N-52150*
S-4176	C2-NA*, C2-4176, C2-4865, C2-47355, S-NA, S-4647, S-56171, S-56126, N-NA*, N-52150
S-4865	C2-4176, C2-4865, C2-47355, S-NA, S-4013, S-56171, S-56126, N-52150
S-47355	C1-NA, C2-47355, N-NA, N-52150
S-4647	C2-NA, C2-4176, C2-4865, C2-47355, S-NA, S-4176, S-4865, S-4013, S-56171, S-56126, N-NA, N-52150
S-4013	C2-NA*, C2-4176*, C2-4865, C2-47355, S-NA, S-4865, S-4647, S-56171, S-56126
S-56171	C1-NA, C2-NA, C2-4176, C2-4865, C2-47355, S-NA, S-4176, S-4865, S-47355*, S-4647, S-4013, S-56126, N-NA*, N-52150*
S-56126	C1-NA, C2-NA, C2-4176, C2-4865, C2-47355, S-NA, S-4176, S-4865, S-47355, S-4647, S-4013, S-56171, N-NA, N-52150
N-NA	C2-NA, C2-4176, C2-4865, C2-47355, S-NA*, S-4176*, S-47355, S-56171*, S-56126, N-52150*, F2
N-4176	N-47355, N-52150, F1, L, P
N-47355	N-4176, X, A, F1, L, P
N-52150	C2-NA, C2-4176, C2-4865, C2-47355, S-NA*, S-4176, S-4865*, S-47355, S-4647, S-56126, N-NA*, N-4176, F2*, P
X	N-47355, A, F1, L

navial apresentou características que o identificasse isoladamente, formando grupos com características semelhantes.

De um modo geral os diferentes tipos de canavial, principalmente quando adultos, se diferenciaram das demais coberturas do terreno, com exceção da cana-de-ano variedade NA56-79 (C1-NA), difícil de separar de cafezal fechado (F2), assemelhando-se, às vezes, ao reflorestamento de eucalipto (R) e mata (M). A cana de ano-e-meio variedade IAC48-65 (C2-4865) pouco se diferenciou de pastagem (P), enquanto a CB47-355 de ano-e-meio (C2-47355) não diferiu de cafezal fechado (F2).

Dentre os canaviais novos, a NA56-79 não diferiu de cafezal fechado (F2) e a CB41-76 de cafezais comuns (F1), citrus (L) e pastagem (P). Por sua vez, a CB47-355 não diferiu de cana cortada (X), cultura anual (A), cafezal (F1), citrus (L) e pastagem, e a IAC52-150 de cafezal fechado (F2) e pastagem (P).

Já a cana cortada não pôde ser distinguida de cultura anual (A), cafezal (F1) e citrus (L), embora se diferencie de todos os canaviais adultos e de quase todos os novos.

Dentre os tipos de dados utilizados, os índices Vm/Σ cores, $(Vd-Vm)/(Vd+Vm)$ e Vd/Vm foram os que mais contribuíram para a identificação da cana-de-açúcar, quando examinados isoladamente. O índice RR foi o menos eficiente,

seguido de R que é a densidade no filtro visual.

4.2. Análise das Transparências LANDSAT

Nas Tabelas 12 a 14 são apresentados os resultados médios das leituras densitométricas obtidas nas transparências fotográficas correspondentes aos canais 5 e 7 do imageador multiespectral do LANDSAT, bem como os valores médios dos índices resultantes da normalização das densidades óticas e razões espectrais. Esses dados representam as medidas efetuadas para os diferentes tipos de uso da terra, em pontos homólogos nas imagens resultantes de três passagens do satélite sobre a área de estudo: 06/04/78, 23/07/78 e 03/10/78.

O teste "F" mostrou-se significativo ao nível de 1% de probabilidade, indicando a ocorrência de diferenças entre categorias para todos os tipos de dados utilizados (densidades óticas, normalizações e razões espectrais).

Para proporcionar uma melhor visão da interrelação das diferentes categorias, as Figuras 26 a 28 representam graficamente a posição relativa dos dados densitométricos e índices, para as três épocas consideradas.

As medidas densitométricas das imagens das diferentes categorias mostraram comportamentos distintos nas três épocas.

Tabela 12: Dados densitométricos e índices das transparências LANDSAT - 06/04/78 (média e erro padrão da média).

CATEGORIA	DENSIDADE ÓTICA (Dx100)		NORMALIZAÇÃO		RAZÃO ESPECTRAL	
	CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5 C5+C7	CANAL 7 C5+C7	CANAL 5	C5-C7 C5+C7
					CANAL 7	
C1	98±1	26±1	0,79±0,01	0,21±0,01	3,74±0,25	0,58±0,02
C2	96±1	41±3	0,70±0,01	0,29±0,01	2,47±0,17	0,41±0,03
S	92±2	36±2	0,72±0,01	0,28±0,01	2,60±0,10	0,44±0,01
N	63±3	88±6	0,42±0,01	0,58±0,01	0,73±0,03	-0,16±0,02
A	62±2	77±5	0,44±0,01	0,56±0,01	0,81±0,03	-0,11±0,02
F	75±9	61±3	0,54±0,02	0,46±0,02	1,22±0,11	0,08±0,05
L	53±3	79±4	0,40±0,03	0,60±0,03	0,69±0,08	-0,19±0,05
P	78±1	56±5	0,59±0,02	0,41±0,02	1,44±0,14	0,17±0,04
R	108±3	59±2	0,65±0,01	0,35±0,01	1,85±0,03	0,30±0,01
M	107±3	64±3	0,63±0,02	0,37±0,02	1,70±0,13	0,25±0,03
H	103±4	142±2	0,42±0,00	0,58±0,00	0,72±0,02	-0,16±0,01
TESTE "F"	24,01**	50,39**	86,26**	81,27**	65,89**	86,74**

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 13. Dados densitométricos e índices das transparências LANDSAT - 23/07/78 (média e erro padrão da média).

CATEGORIA	DENSIDADE ÓTICA (Dx100)		NORMALIZAÇÃO		RAZÃO ESPECTRAL	
	CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5	C5-C7
			C5+C7	C5+C7	CANAL 7	C5+C7
C1X2	86±1	130±2	0,40±0,00	0,60±0,00	0,66±0,00	-0,20±0,00
C2	89±3	61±3	0,59±0,01	0,41±0,01	1,47±0,04	0,19±0,01
C2X2	83±4	123±4	0,40±0,01	0,60±0,01	0,68±0,02	-0,19±0,02
S	89±3	55±2	0,62±0,01	0,38±0,01	1,63±0,04	0,24±0,01
SX2	78±8	120±5	0,39±0,02	0,61±0,02	0,64±0,04	-0,22±0,03
N	102±3	67±5	0,61±0,01	0,39±0,01	1,58±0,01	0,21±0,03
A	81±2	120±4	0,40±0,01	0,60±0,01	0,68±0,03	-0,19±0,02
F	103±7	90±4	0,53±0,01	0,47±0,01	1,14±0,06	0,06±0,03
L	89±4	95±4	0,48±0,01	0,52±0,01	0,94±0,02	0,03±0,01
P	85±1	86±7	0,50±0,02	0,50±0,02	1,00±0,07	0,00±0,03
R	128±1	83±2	0,61±0,01	0,39±0,01	1,54±0,05	0,21±0,02
M	122±4	77±2	0,61±0,01	0,39±0,01	1,59±0,03	0,23±0,01
H	117±4	150±1	0,44±0,01	0,56±0,01	0,78±0,02	-0,12±0,01
TESTE "F"	11,99**	43,18**	65,87**	58,62**	52,80**	62,46**

Tabela 14. Dados densitométricos e Índices das transparências LANDSAT - 03/10/78 (média e erro padrão da média).

CATEGORIA	DENSIDADE ÓTICA (Dx100)		NORMALIZAÇÃO		RAZÃO ESPECTRAL	
	CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5 C5+C7	CANAL 7 C5+C7	CANAL 5 CANAL 7	C5-C7 C5+C7
C1X2	81+1	63+1	0,56+0,01	0,44+0,01	1,28+0,02	0,13+0,01
C2X2	68+4	61+5	0,53+0,01	0,47+0,01	1,13+0,05	0,06+0,02
C2X3	59+3	71+4	0,45+0,00	0,55+0,00	0,83+0,01	-0,09+0,01
S	72+3	50+1	0,59+0,01	0,41+0,01	1,45+0,04	0,18+0,01
SX2	68+8	68+5	0,50+0,03	0,50+0,03	1,01+0,15	-0,01+0,07
SX3	53+4	77+4	0,40+0,01	0,60+0,01	0,69+0,04	-0,19+0,03
N	75+4	48+2	0,61+0,01	0,39+0,01	1,59+0,10	0,22+0,03
A	50+5	76+7	0,40+0,02	0,60+0,02	0,66+0,05	-0,21+0,03
F	74+9	66+5	0,52+0,02	0,47+0,02	1,12+0,07	0,05+0,03
L	68+2	65+5	0,51+0,02	0,48+0,02	1,06+0,07	0,02+0,04
P	63+4	55+3	0,53+0,03	0,47+0,03	1,17+0,14	0,06+0,06
R	113+1	57+4	0,67+0,02	0,33+0,02	2,01+0,14	0,33+0,03
M	103+2	48+2	0,68+0,01	0,32+0,01	2,16+0,07	0,36+0,01
H	102+6	120+4	0,45+0,01	0,54+0,01	0,85+0,03	-0,08+0,02
TESTE "F"	9,73**	17,13**	27,72**	27,18**	25,62**	27,40**

Figura 26. Representação gráfica dos dados densitométricos das transparências LANDSAT -

06/04/78.

Figura 27. Representação gráfica dos dados densitométricos das transparências LANDSAT -

23/07/78.

Figura 28. Representação gráfica dos dados densitométricos das transparências LANDSAT -

03/10/78.

Em 06/04/78, os canaviais adultos (C1, C2 e S) apresentaram valores altos de densidade ótica no canal 5 e os mais baixos valores no canal 7, evidenciando uma alta absorção de energia luminosa na faixa de atuação da clorofila e alta reflexão no infravermelho, conforme explica BERG (1981). Inversamente, os canaviais novos (N), juntamente com cultura anual (A) e citrus (L), áreas com grande influência do solo, mostraram-se com baixas densidades no canal 5 e médias no canal 7.

Em uma escala de cinza qualitativa para interpretação visual, poderia se dizer que os canaviais adultos apresentaram-se em tons escuros no canal 5 e em tons claros no canal 7, diferenciando-se dos canaviais novos que, juntamente com cultura anual e citrus, estavam com tons claros no canal 5 e tons cinza-médios no canal 7.

Em 23/07/78, já em meados do período de corte de cana na região, surgem as categorias, C1X2, C2X2 e SX2, que representam os mesmos talhões C1, C2 e S analisados em 06/04/78, mas agora colhidos. Juntamente com os canaviais adultos remanescentes (C2 e S), citrus (L), pastagem (P) e cultura anual (A), apresentaram valores médios de densidade no canal 5, evidenciando uma redução da atividade fotossintética no período de repouso vegetativo. Aqui, a cana nova apresentou-se com densidades intermediárias semelhantes a cafezal, mas distintas de todas as outras categorias. No canal 7 os canaviais cortados apresentando altos valores de densi-

dade juntamente com áreas de cultura anual, diferiram dos canaviais ainda em pé, inclusive cana nova, que apresentavam baixos valores de densidade.

Em uma escala visual, tínhamos no canal 5: C1X2, C2, C2X2, S, SX2, A, L e P em tons cinza-médios e N, F, M, R e H em tons cinza-escuros. No canal 7: C2, S e N em tons cinza-médios e C1X2, C2X2, SX2, A e H em tons cinza-escuros.

Em 03/10/78, próximo ao fim da safra, tem-se as categorias C2X3 e SX3, talhões cortados após 23/07/78, juntamente com os canaviais cortados antes dessa data (C2X2 e SX2) e socarias remanescentes (S). Nesta época, os canaviais cortados no início da safra já apresentavam significativa brotação, no que diferiam dos canaviais cortados posteriormente. Também os canaviais novos, plantados no período de janeiro a março de 1978, já se apresentavam com bom desenvolvimento vegetativo.

Estas características do crescimento vegetativo da cana-de-açúcar refletiram-se na escala de densidades das imagens LANDSAT: o canal 5 apresentou valores baixos de densidade para cultura anual, juntamente com cana cortada próxima à época de tomada da imagem (C2X3 e SX3), aumentando para C2X2, SX2, L e P, com valores médios para C1X2, S, N e F e valores altos para R, M e H. Por sua vez, o canal 7 apresentou baixas densidades para C1X2, C2X2, S, SX2, N, F, L,

P, R e M, densidades intermediárias para C2X3, SX3 e A, e altas para H.

Numa escala visual, os dados apresentados sugerem, para o canal 5: tons cinza-claros em C2X2, C2X3, SX2, SX3, A, L e P, cinza-médios em C1X2, S, N e F e cinza-escuros em R, M e H. Para o canal 7: tons cinza-claros em C1X2, C2X2, S, SX2, N, F, L, R e M, cinza-médios em C2X3, SX3 e A e cinza-escuros somente em H.

O exame conjunto das características visuais das imagens das três épocas e dos respectivos dados densitométricos, sugerem os seguintes limites empíricos: tons cinza-claros até densidade 70 (ou 0,70 na medida original), tons cinza-médios entre 70 e 100 e tons cinza-escuros a partir de 100. A Tabela 15 esquematiza a classificação da tonalidade das categorias de uso da terra nas épocas consideradas, segundo a observação visual e os limites propostos.

Se bem que tenha sido possível a análise dos dados densitométricos em cada época, o estudo quantitativo entre as diferentes épocas não pode ser feito em termos absolutos devido a diferenças de condições atmosféricas, de ângulo solar e de processamento fotográfico que influenciam os dados multitemporais, conforme alertam LUEDER (1959) e FRAYSSE (1981).

Em virtude desse fato, seguiu-se a recomendação de vários autores, como BROONER e SIMONETT (1971),

Tabela 15. Tonalidade fotográfica das categorias de uso da terra nas transparências LANDSAT.

CATEGORIA	06/04/78		23/07/78		03/10/78	
	CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5	CANAL 7	CANAL 5	CANAL 7
C1	M	C	-	-	-	-
C1X2	-	-	M	E	M	C
C2	M	C	M	C	-	-
C2X2	-	-	M	E	C	C
C2X3	-	-	-	-	C	M
S	M	C	M	C	M	C
SX2	-	-	M	E	C	C
SX3	-	-	-	-	C	M
N	C	M	E	C	M	C
A	C	M	M	E	C	M
F	M	C	E	M	M	C
L	C	M	M	M	C	C
P	M	C	M	M	C	C
R	E	C	E	M	E	C
M	E	C	E	M	E	C
H	E	E	E	E	E	E

Obs.: C = clara, M = média, E = escura

BUNNIK (1981) e GARCIA (1979), entre outros, dando-se ênfase à normalização dos dados e ao uso de razões espectrais, que minimizaram aqueles efeitos. Além disso, as razões entre densidades no visível e no infravermelho, nas faixas do espectro onde são sensíveis os detectores do canal 5 e do canal 7 do LANDSAT, realçaram o caráter antagônico das respostas espectrais da vegetação nessas faixas, conforme BERG (1981) já havia observado, aumentando o contraste entre os diferentes tipos de cobertura do terreno.

É interessante observar na Figura 26 que os maiores valores dos índices vegetativos $C5/C7$ e $(C5-C7)/(C5+C7)$ pertencem a canaviais adultos, ao invés de mata e reflorestamento, como seria de se esperar. Isto pode ser indicativo de uma maior atividade fotossintética dos canaviais adultos em 06/04/78. Já em 23/07/78 verificou-se uma equivalência nesses índices e em 03/10/78 uma inversão, apresentando mata e reflorestamento os maiores índices.

Pode-se acompanhar, ainda, o desenvolvimento da cana nova, que se apresentou com os menores índices em 06/04/78, juntamente com citrus, água e cultura anual, passando a altos valores em 23/07/78 e sendo superada apenas por mata e reflorestamento em 03/10/78.

Por sua vez os canaviais cortados, que começaram a aparecer nas imagens de 23/07/78 (C1X2, C2X2 e SX2), apresentaram uma evolução similar à da cana nova, se bem que

defasada em função da época do corte, tendo nessa época os índices vegetativos mais baixos, juntamente com cultura anual e água, já equiparando-se a citrus, cafezal e pastagem em 03/10/78. Nesta época apareceram os canaviais cortados entre 23/07/78 e 03/10/78 (C2X3 e SX3) que, por sua vez, apresentaram índices vegetativos equivalentes aos de cultura anual e água.

4.2.1. Análise discriminativa espectral

Da mesma forma que para as fotografias infravermelhas, das comparações múltiplas realizadas através do método de Tukey (Tabelas A.14 e A.31 do Apêndice) resultaram diferentes discriminações entre as categorias, conforme o tipo de dados utilizados.

As Tabelas 16 a 18 resumem essas discriminações para os diferentes estágios de canavial (C1, C2, S e N), mostrando a contribuição de cada tipo de dados e as categorias não discriminadas por nenhum deles, para cada época de passagem do satélite.

Embora apresentem-se com características espectrais diversas nas três épocas de passagem do LANDSAT, além da cana-de-ano (C1) nenhum dos outros estágios de canavial foi identificado isoladamente das demais categorias de uso da terra.

Tabela 16. Análise espectral dos dados das transparências LANDSAT - 06/04/78.

ESTÁGIOS	CATEGORIAS DISCRIMINADAS SEGUNDO O TIPO DE DADOS							CATEGORIAS	
	CANAL 5	CANAL 7	$\frac{C5}{C5+C7}$	$\frac{C7}{C5+C7}$	$\frac{C5}{C7}$	$\frac{C5-C7}{C5+C7}$		NÃO	DISCRIMINADAS
DE									
CANAVAL									
C1	N, A, F*, L	N, A, F, L, P, R, M, H	N, A, F, L, P, R, M, H	C2*, S*, N, A, F, L, P, R, M, H	Todas	N, A, F, L, P, R, M, H		-	
C2	N, A, F, L	N, A, F, L, M, H	N, A, F, L, P, M*, H	C1*, N, A, F, L, P, M, H	C1, N, A, F, L, P, M, H	N, A, F, L, P, M*, H		S, R	
S	N, A, F, L	N, A, F, L, P, R, M, H	N, A, F, L, P, M, H	C1*, N, A, F, L, P, M, H	C1, N, A, F, L, P, R*, M, H	N, A, F, L, P, M, H		C2	
N	C1, C2, S, R, M, H	C1, C2, S, F, P, R, M, H	C1, C2, S, F, P, R, M	C1, C2, S, F, P, R, M	C1, C2, S, F, P, R, M	C1, C2, S, F, P, R, M		A, L	

Tabela 17. Análise espectral dos dados das transparências LANDSAT - 23/07/78.

ESTÁGIOS	CATEGORIAS DISCRIMINADAS SEGUNDO O TIPO DE DADOS							CATEGORIAS	
	CANAL 5	CANAL 7	$\frac{C5}{C5+C7}$	$\frac{C7}{C5+C7}$	$\frac{C5}{C7}$	$\frac{C5-C7}{C5+C7}$	NÃO	DISCRIMINADAS	
DE									
CANAVAL									
C1X2	R*, M, H	C2, S, N, F, L*, P, R, M	C2, S, N, F, L, P, R, M	C2, S, N, F, L*, P, R, M	C2, S, N, F, P*, R, M	C2, S, N, F, L, P, R, M	C2X2, SX2, A		
C2	R, M, H*	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P*, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P, H	S, N		
C2X2	N, F*, R, M, H	C2, S, N, F, L*, P, R, M	C2, S, N, F, L, P, R, M	C2, S, N, F, L, P, R, M	C2, S, N, F, L*, P, R, M	C2, S, N, F, L, P, R, M	C1X2, SX2, A		
S	R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C2, N		
SX2	N*, F*, R, M, H	C2, S, N, F*, P*, R, M	C2, S, N, F, L, P, R, M	C2, S, N, F, L*, P, R, M	C2, S, N, F, P, R, M	C2, S, N, F, L, P, R, M	C1X2, C2X2, A		
N	C2X2, SX2*, A, R*, M*	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P*, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C2, S, R*, M*		

Tabela 18. Análise espectral dos dados das transparências LANDSAT - 03/10/78.

ESTÁGIOS	CATEGORIAS DISCRIMINADAS SEGUNDO O TIPO DE DADOS						CATEGORIAS	
	CANAL 5	CANAL 7	C5 C5+C7	C7 C5+C7	C5 C7	C5-C7 C5+C7	NÃO	DISCRIMINADAS
DE								
CANAVIAL								
C1X2	A*	H	C2X3*, SX3, A, M, H*	SX3, A, R*, M, H*	SX3, A, R*, M	C2X3*, SX3, A, M*, H*	C2X2, C2X3*, S, SX2, N, F, L, P, R*	
C2X2	R, M, H	H	SX3, N, A, R, M	SX3, N, A, R, M	SX3, N, A, R, M		C1X2, C2X3, S, SX2, F, L, P	
C2X3	R, M, H	S*, N, M*, H	C1X2*, S, N, R, M	S, N, R, M	S, N, R, M	C1X2*, S, N, R, M	C1X2*, C2X2, SX2, SX3, A, F, L, P	
S	R, M, H*	C2X3*, SX3, A, H	C2X3, SX2*, SX3, A, M, H	C2X3, SX2*, SX3, A, M, H	C2X3, SX2*, SX3, A, R*, M, H	C2X3, SX2*, SX3, A, M*, H	C1X2, C2X2, SX2*, N, F, L, P	
SX2	R, M*, H*	N*, H	S*, SX3*, N, A, R, M	S*, N, A*, R, M	S*, N, R, M	S*, SX3*, N, A, R, M	C1X2, C2X2, C2X3, S*, SX3*, F, L, P	
SX3	N*, R, M, H	S, N, P*, M, H	C1X2, C2X2, S, SX2*, N, F, L, P, R, M	C1X2, C2X2, S, N, F, L, P, R, M	C1X2, C2X2, S, N, F, L*, P, R, M	C1X2, C2X2, S, SX2*, N, F, L, P, R, M	C2X3, SX2*, A	
N	SX3*, A, R, M, H*	C2X3, SX2*, SX3, A, F, L*, H	C2X2, C2X3, SX2, SX3, A, F, L, M*, H	C2X2, C2X3, SX2, SX3, A, F, L, P*, M*, H	C2X2, C2X3, SX2, SX3, A, F, L, P*, M, H	C2X2, C2X3, SX2, SX3, A, F, L, H	C1X2, S, P*	

Em 06/04/78 a cana de ano foi totalmente discriminada das demais categorias pelo índice C5/C7 ao nível de 1% de probabilidade. A cana de ano-e-meio não diferiu de socas e reflorestamento enquanto as socas não diferiram de cana de ano-e-meio. Por sua vez os canaviais novos confundiram-se com cultura anual e citrus.

Em 23/07/78 observa-se a equivalência do comportamento espectral dos diferentes canaviais cortados que, como era de se esperar, não diferiram entre si, nem das áreas de cultura anual. Nessa época, os canaviais adultos também não diferiram entre si nem da cana nova já mais desenvolvida. Esta, por sua vez, ainda pode se confundir com reflorestamento ou mata.

Em 03/10/78, grande parte dos canaviais apresentou-se cortado e, provavelmente, devido à grande variabilidade das características espectrais em função das diferentes taxas de vegetação que apresentavam, a discriminação foi mais difícil do que nas épocas anteriores.

Dentre os parâmetros utilizados, a razão espectral C5/C7 mostrou-se o mais eficiente para discriminação entre as categorias, seguida pela razão $(C5-C7)/(C5+C7)$ e a normalização $C7/(C5+C7)$. Entre os dados densitométricos originais, os do canal 7 mostraram-se superiores aos do canal 5.

4.2.2. Análise discriminativa temporal

O caráter repetitivo do satélite LANDSAT, tomando imagens de um mesmo local a cada 18 dias, permitiu selecionar três passagens que forneceram imagens de boa qualidade. O reagrupamento dos resultados obtidos com o teste de comparações múltiplas segundo as Tabelas 19 a 24 possibilitou uma análise temporal da capacidade de cada parâmetro utilizado para discriminar os diferentes estágios de canavial em estudo. Assim, categorias não discriminadas em uma data puderam ser discriminadas em outra, restando categorias que não foram identificadas em nenhuma das três épocas e que caracterizam as limitações do parâmetro analisado.

No canal 5 (Tabela 19) os canaviais adultos não diferiram entre si, apresentando-se similares à pastagem. Além disso, a cana de ano apresentou alguma dificuldade para ser separada de cafezal e reflorestamento. Pode-se observar que esses resultados são função do caráter complementar apresentado pelas passagens de 06/04/78 e 23/07/78, as quais discriminaram dos canaviais adultos as categorias N, A, F e L (06/04/78) e R, M e H (23/07/78), nada adicionando a passagem de 03/10/78. A cana nova não pôde ser distinguida de cafezal, citrus e pastagem, sendo somente possível a sua separação da cultura anual pela combinação das duas primeiras épocas.

No canal 7 (Tabela 20) também não foi possível a separação dos canaviais adultos entre si, sendo a cana de

Tabela 19. Análise temporal dos dados das transparências LANDSAT - Canal 5.

ESTÁGIOS DE	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA EPOCA			CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	03/10/78	
CANAVIAL				
C1	N, A, F*, L	-	-	C2, S, F*, P, R*
C1X2	-	R*, M, H	A*	-
C2	N, A, F, L	R, M, H*	-	C1, S, P
C2X2	-	N, F*, R, M, H	R, M, H	-
C2X3	-	-	R, M; H	-
S	N, A, F, L	R, M, H	R, M, H*	C1, C2, P
SX2	-	N*, F*, R, M, H	R, M*, H*	-
SX3	-	-	N*, R, M, H	-
N	C1, C2, S, R, M, H	C2X2, SX2*, A, R*, M*	SX3*, A, R, M, H*	F, L, P

(*) Difere ao nível de 5% de probabilidade; as demais categorias diferem a 1%.

Tabela 20. Análise temporal dos dados das transparências LANDSAT - Canal 7.

ESTÁGIOS DE	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA EPOCA			CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	CANAVIAL	06/04/78	23/07/78	03/10/78
C1	N, A, F, L, P, R, M, H	-	-	C2, S
C1X2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M	H	
C2	N, A, F, L, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P*, H	-	C1, S, P* (exce to de C2X2), R (exceto de C2X2)
C2X2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M	H	
C2X3	-	-	S*, N, M*, H	
S	N, A, F, L, P, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, R, M, H	C2X3*, SX3, A, H	C1, C2
SX2	-	C2, S, N, F*, P*, R, M	N*, H	
SX3	-	-	S, N, P*, M, H	
N	C1, C2, S, F, P, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P*, H	C2X3, SX2*, SX3, A, F, L*, H	-

Tabela 21. Análise temporal dos dados das transparências LANDSAT - C5/(C5+C7).

ESTÁGIOS DE	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA ÉPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	
CANAVIAL		03/10/78	
C1	N, A, F, L, P, R, M, H	-	C2, S
C1X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M	C2X3*, SX3, A, M, H*
C2	N, A, F, L, P, M*, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P, H	-
C2X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M	SX3, N, A, R, M
C2X3	-	-	C1X2*, S, N, R, M
S	N, A, F, L, P, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C2X3, SX2*, SX3, A, M, H
SX2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M	S*, SX3*, N, A, R, M
SX3	-	-	C1X2, C2X2, S, SX2*, N, F, L, P, R, M
N	C1, C2, S, F, P, R, M	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C2X2, C2X3, SX2, SX3, A, F, L, M*, H
			-

Tabela 22. Análise temporal dos dados das transparências LANDSAT - C7/(C5+C7).

ESTÁGIOS DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA ÉPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	
C1	C2*, S*, N, A, F, L, P, R, M, H	-	C2*, S*
C1X2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M	SX3, A, R*, M, H*
C2	C1*, N, A, F, L, P, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P, H	C1*, S
C2X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M	SX3, N, A, R, M
C2X3	-	-	S, N, R, M
S	C1*, N, A, F, L, P, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C1*, C2, R (ex-ceto de SX2 e SX3)
SX2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M	S*, N, A*, R, M
SX3	-	-	C1X2, C2X2, S, N, F, L, P, R, M
N	C1, C2, S, F, P, R, M	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C2X2, C2X3, SX2, SX3, A, F, L, P*, M*, H

Tabela 23. Análise temporal dos dados das transparências LANDSAT - C5/C7.

ESTÁGIOS DE	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA ÉPOCA			CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	03/10/78	
C1	Todas	-	-	-
C1X2	-	C2, S, N, F, P*, R, M	SX3, A, R*, M	
C2	C1, N, A, F, L, P, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P, H	-	S
C2X2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M	SX3, N, A, R, M	
C2X3	-	-	S, N, R, M	
S	C1, N, A, F, L, P, R*, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C2X3, SX2*, SX3, A, R*, M, H	C2, R* (exceto de SX2 e SX3)
SX2	-	C2, S, N, F, P, R, M	S*, N, R, M	
SX3	-	-	C1X2, C2X2, S, N, F, L*, P, R, M	
N	C1, C2, S, F, P, R, M	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C2X2, C2X3, SX2, SX3, A, F, L, P*, M, H	-

Tabela 24. Análise temporal dos dados das transparências LANDSAT - (C5-C7)/(C5+C7).

ESTÁGIOS DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA EPOCA			CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	03/10/78	
C1	N, A, F, L, P, R, M, H	-	-	C2, S
C1X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M	C2X3*, SX3, A, M*, H*	
C2	N, A, F, L, P, M*, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P, H	-	C1, S
C2X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M	SX3, N, A, R, M	
C2X3	-	-	C1X2*; S, N, R, M	
S	N, A, F, L, P, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C2X3, SX2*, SX3, A, M*, H	C1, C2, R (exce to de SX2 e SX3)
SX2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M	S*, SX3*, N, A, R, M	
SX3	-	-	C1X2, C2X2, S, SX2*, N, F, L, P, R, M	
N	C1, C2, S, F, P, R, M	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, P, H	C2X2, C2X3, SX2, SX3, A, F, L, H	-

ano-e-meio distinguida de pastagem e reflorestamento apenas através das características espectrais da cana cortada, em 23/07/78. Restariam, assim, canaviais cortados no período final da safra não discriminados dessas duas categorias. A cana nova foi totalmente distinguida neste canal pela combinação dos dados de 06/04/78 e 23/07/78.

As normalizações dos dados densitométricos apresentaram resultados equivalentes (Tabelas 21 e 22), não possibilitando a discriminação entre os diferentes estágios de canavial adulto, enquanto as socas não cortados até 03/10/78 não foram distinguidas de reflorestamento. As canas novas foram totalmente discriminadas pela combinação das passagens de 06/04/78 e 23/07/78.

A razão espectral C5/C7 (Tabela 23) possibilitou discriminar totalmente a cana de ano das demais categorias já em 06/04/78. Entretanto, a cana de ano-e-meio não se diferenciou da soca. Esta, por sua vez, somente foi separada de reflorestamento quando estava cortada. Já a cana nova, como nos casos anteriores, foi discriminada de todas as categorias quando combinadas as épocas de 06/04/78 e 23/07/78.

Conforme mostra a Tabela 24, a razão espectral $(C5-C7)/(C5+C7)$ apresentou comportamento semelhante ao das normalizações, não permitindo a separação entre os canaviais adultos, com as socas sendo diferenciadas de reflorestamento apenas após o corte da cana. A cana nova diferiu de todas as

demais categorias.

Os resultados obtidos com a análise temporal sugerem que para o mapeamento da cana-de-açúcar com base em dados densitométricos é suficiente o uso de apenas um índice, como a razão C5/C7, determinado para duas passagens do satélite: uma no início da safra (abril) e outra no meio da safra (julho). Isto concorda com SCHREIER *et alii* (1982), que consideram os dados dos canais 5 e 7 suficientes para identificar contrastes entre tipos de vegetação quando é adicionada a dimensão temporal.

A potencialidade da análise conjunta das imagens de abril e julho concorda também com MENDONÇA *et alii* (1981), que conseguiram mapear cana-de-açúcar por meio da interpretação visual de imagens LANDSAT desses períodos, embora tenham tido dificuldade com cana nova.

4.3. Análise dos Dados LANDSAT em Fitas CCT

As respostas espectrais "lidas" através do Image-100 e os índices que caracterizam os diferentes tipos de cobertura do solo estão organizados nas Tabelas 25 a 27. Neste caso, já não se tratam de dados densitométricos obtidos a partir de fotografias, mas a representação digital dos sinais eletromagnéticos recebidos pelos detectores do imageador multiespectral (MSS) do LANDSAT, acompanhada de índices resultantes de diferentes combinações dos dados originais.

Tabela 25. Respostas espectrais e Índices das imagens LANDSAT em fitas CCT - 06/04/78 (média e erro padrão da média).

CATEGORIA	RESPOSTA ESPECTRAL				NORMALIZAÇÃO								RAZÃO ESPECTRAL			
	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 4		CANAL 5		CANAL 6		CANAL 7		CANAL 7	CANAL 6	C7-C5	C6-C4
					Σ	CAVAIS	Σ	CAVAIS	Σ	CAVAIS	Σ	CAVAIS				
C1	30+1	21+1	78+1	100+1	0,13+0,00	0,09+0,00	0,34+0,00	0,44+0,00	4,85+0,16	2,61+0,05	0,65+0,01	0,45+0,01				
C2	30+1	22+0	70+1	85+2	0,15+0,00	0,11+0,00	0,34+0,00	0,41+0,00	3,87+0,11	2,30+0,03	0,58+0,01	0,39+0,01				
S	32+1	23+1	71+2	87+3	0,15+0,00	0,11+0,00	0,33+0,00	0,41+0,00	3,82+0,10	2,24+0,06	0,58+0,01	0,38+0,01				
N	31+1	32+1	54+2	53+3	0,19+0,01	0,19+0,00	0,32+0,00	0,31+0,01	1,63+0,08	1,75+0,07	0,24+0,02	0,27+0,02				
A	32+1	33+2	53+3	58+4	0,18+0,00	0,19+0,01	0,30+0,01	0,33+0,01	1,83+0,24	1,69+0,09	0,27+0,05	0,25+0,02				
F	28+2	25+3	56+2	63+2	0,16+0,00	0,14+0,01	0,33+0,01	0,37+0,01	2,72+0,30	2,05+0,07	0,44+0,05	0,34+0,02				
L	33+1	35+1	54+1	56+2	0,19+0,00	0,19+0,01	0,30+0,00	0,31+0,01	1,62+0,06	1,61+0,04	0,24+0,02	0,23+0,01				
P	34+2	28+2	68+3	77+4	0,16+0,01	0,14+0,01	0,33+0,01	0,37+0,01	2,81+0,32	2,04+0,11	0,46+0,04	0,34+0,02				
R	27+2	17+1	55+3	70+3	0,16+0,01	0,10+0,01	0,32+0,01	0,41+0,01	4,00+0,22	2,05+0,12	0,59+0,02	0,34+0,03				
M	25+0	17+1	59+1	73+1	0,14+0,00	0,10+0,00	0,34+0,00	0,42+0,00	4,31+0,14	2,34+0,05	0,62+0,01	0,40+0,01				
H	25+0	18+1	12+1	7+1	0,41+0,01	0,29+0,01	0,19+0,01	0,11+0,01	0,39+0,05	0,48+0,02	-0,45+0,05	-0,35+0,02				
TESTE "F"	11,37**	25,66**	80,66**	122,57**	246,42**	71,38**	90,68**	172,98**	91,52**	103,19**	141,74**	230,74**				

Tabela 26. Respostas espectrais e Índices das imagens LANDSAT em fitas CCT - 23/07/78 (média e erro padrão da média).

CATEGORIA	RESPOSTA ESPECTRAL							NORMALIZAÇÃO							RAZÃO ESPECTRAL			
	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	CANAL 4		CANAL 5		CANAL 6		CANAL 7		CANAL 6		CANAL 7		C6-C5	
					Σ	CAIS	Σ	CAIS	Σ	CAIS	Σ	CAIS	Σ	CAIS	Σ	CAIS	C6-C4	C6+C4
C1X2	19+1	22+0	23+1	19+1	0,23+0,01	0,27+0,01	0,27+0,01	0,22+0,00	0,84+0,03	1,18+0,03	-0,09+0,02	0,08+0,02						
C2	23+0	21+1	43+2	48+2	0,17+0,00	0,16+0,00	0,32+0,00	0,35+0,00	2,24+0,04	1,87+0,06	0,38+0,01	0,30+0,01						
C2X2	20+1	24+1	25+2	21+2	0,23+0,01	0,26+0,01	0,28+0,00	0,23+0,01	0,69+0,05	1,23+0,03	-0,07+0,03	0,10+0,01						
S	21+1	20+1	42+2	48+1	0,16+0,00	0,15+0,01	0,32+0,00	0,37+0,01	2,54+0,19	1,98+0,05	0,42+0,02	0,32+0,01						
SX2	21+2	26+3	28+4	24+4	0,22+0,01	0,26+0,01	0,28+0,01	0,24+0,01	0,92+0,04	1,27+0,10	-0,04+0,02	0,11+0,04						
N	21+0	19+1	43+2	47+2	0,16+0,00	0,15+0,01	0,33+0,01	0,36+0,01	2,48+0,18	2,02+0,06	0,42+0,03	0,33+0,01						
A	19+1	23+2	26+3	21+2	0,22+0,01	0,26+0,01	0,28+0,01	0,23+0,01	0,87+0,08	1,30+0,10	-0,08+0,05	0,12+0,04						
F	18+1	16+2	30+1	33+1	0,18+0,00	0,16+0,01	0,31+0,00	0,34+0,01	2,17+0,14	1,72+0,03	0,36+0,03	0,26+0,01						
L	20+1	22+2	30+1	29+1	0,20+0,00	0,21+0,01	0,30+0,01	0,29+0,01	1,40+0,13	1,49+0,05	0,15+0,05	0,20+0,02						
P	23+1	23+0	37+2	38+2	0,19+0,00	0,19+0,01	0,30+0,01	0,32+0,01	1,70+0,09	1,61+0,06	0,25+0,02	0,23+0,02						
R	16+1	11+1	34+2	41+3	0,16+0,01	0,11+0,01	0,33+0,01	0,40+0,02	3,64+0,33	2,12+0,23	0,56+0,03	0,35+0,05						
M	17+0	11+0	34+1	42+1	0,16+0,00	0,10+0,00	0,32+0,00	0,40+0,00	3,82+0,10	1,99+0,05	0,58+0,01	0,33+0,01						
H	19+0	13+1	7+0	2+0	0,46+0,01	0,32+0,01	0,16+0,01	0,06+0,01	0,18+0,04	0,35+0,02	-0,69+0,05	-0,49+0,02						
TESTE "F"	7,07**	16,07**	37,53**	69,68**	111,78**	71,70**	71,13**	123,25**	88,20**	68,36**	105,39**	132,83**						

Tabela 27. Respostas espectrais e Índices das imagens LANDSAT em fitas CCT - 03/10/78 (média e erro padrão da média).

CATEGORIA	RESPOSTA ESPECTRAL					NORMALIZAÇÃO					RAZÃO ESPECTRAL					
	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	Σ CANAIS	CANAL 4	CANAL 5	CANAL 6	CANAL 7	Σ CANAIS	CANAL 7	CANAL 6	CANAL 5	CANAL 4	C7-C5	C6-C4
C1X2	38±1	38±1	59±1	60±1	0,20±0,00	0,19±0,00	0,30±0,00	0,31±0,00	0,31±0,00	1,59±0,05	1,55±0,04	0,23±0,01	0,22±0,01	0,22±0,01		
C2X2	42±1	46±1	69±3	67±3	0,19±0,00	0,21±0,00	0,31±0,00	0,30±0,00	0,30±0,00	1,43±0,04	1,62±0,03	0,18±0,01	0,24±0,01	0,24±0,01		
C2X3	41±1	49±2	58±2	54±2	0,21±0,00	0,24±0,01	0,29±0,00	0,27±0,00	0,27±0,00	1,11±0,03	1,39±0,05	0,05±0,01	0,17±0,02	0,17±0,02		
S	39±2	36±2	61±2	68±2	0,19±0,00	0,17±0,00	0,30±0,00	0,33±0,01	0,33±0,01	1,89±0,09	1,57±0,03	0,31±0,02	0,22±0,01	0,22±0,01		
SX2	38±0	38±1	60±2	60±3	0,19±0,00	0,19±0,01	0,30±0,00	0,30±0,00	0,30±0,00	1,56±0,14	1,58±0,05	0,22±0,04	0,22±0,01	0,22±0,01		
SX3	42±2	53±2	59±4	53±4	0,20±0,05	0,25±0,00	0,29±0,00	0,25±0,00	0,25±0,00	0,99±0,03	1,41±0,04	0,03±0,01	0,17±0,01	0,17±0,01		
SR	35±0	43±1	42±0	34±1	0,23±0,00	0,28±0,01	0,27±0,00	0,22±0,01	0,22±0,01	0,78±0,05	1,21±0,01	-0,12±0,03	0,09±0,00	0,09±0,00		
N	42±1	43±1	70±2	72±3	0,18±0,00	0,19±0,00	0,31±0,00	0,32±0,01	0,32±0,01	1,68±0,07	1,65±0,03	0,25±0,02	0,25±0,01	0,25±0,01		
A	40±2	58±3	63±4	52±5	0,19±0,00	0,27±0,00	0,30±0,00	0,24±0,06	0,24±0,06	0,89±0,04	1,57±0,04	-0,06±0,02	0,22±0,01	0,22±0,01		
F	35±1	36±4	52±2	54±2	0,20±0,00	0,20±0,01	0,29±0,00	0,31±0,01	0,31±0,01	1,56±0,18	1,47±0,03	0,20±0,05	0,19±0,01	0,19±0,01		
L	41±1	49±4	64±4	60±4	0,19±0,01	0,23±0,01	0,30±0,00	0,28±0,01	0,28±0,01	1,26±0,11	1,54±0,07	0,11±0,04	0,21±0,02	0,21±0,02		
P	43±0	47±1	65±2	68±4	0,19±0,00	0,21±0,01	0,29±0,00	0,30±0,01	0,30±0,01	1,46±0,12	1,58±0,05	0,18±0,03	0,20±0,02	0,20±0,02		
R	34±1	26±3	55±2	65±1	0,18±0,00	0,14±0,01	0,30±0,01	0,36±0,01	0,36±0,01	2,52±0,23	1,63±0,04	0,42±0,04	0,24±0,01	0,24±0,01		
M	35±0	25±0	65±2	78±2	0,17±0,00	0,12±0,00	0,32±0,00	0,38±0,00	0,38±0,00	3,15±0,12	1,88±0,04	0,52±0,01	0,30±0,01	0,30±0,01		
H	36±1	26±1	18±1	11±1	0,40±0,01	0,29±0,01	0,19±0,01	0,12±0,01	0,12±0,01	0,40±0,03	0,49±0,04	-0,43±0,04	-0,35±0,03	-0,35±0,03		
TESTE *F*	6,76**	22,89**	23,59**	33,15**	93,02**	49,45**	52,75**	75,68**	59,99**	64,79**	73,08**	97,66**				

Da mesma forma que nos produtos fotográficos, o teste "F", altamente significativo em todas as colunas, mostra que em todos os parâmetros estudados existe pelo menos um tratamento (categoria de uso da terra) que diferiu dos demais.

As Figuras 29 a 31 representam, em escalas gráficas, o comportamento espectral médio das diferentes categorias, nas três épocas estudadas.

Os valores digitais registrados nas fitas CCT apresentam-se numa escala inversa à das densidades óticas medidas nas fotografias, sendo proporcionais à reflectância dos objetos nos quatro canais considerados.

Enquanto que o uso de imagens LANDSAT sob a forma de fotografias é limitado aos canais 5 e 7 para se evitar o manuseio de grandes volumes de informações, a análise dos dados digitalizados através de computadores do tipo Image-100 facilita o exame dos quatro canais simultaneamente.

Embora diversos autores considerem os canais 4 e 6 altamente correlacionados com os canais 5 e 7, respectivamente, como comentam SCHREIER *et alii* (1982), pode-se observar nas Figuras 29 a 31 que alguns objetos sob análise apresentaram características espectrais em posições distintas dentro de cada um desses canais, indicando possíveis contribuições à análise espectral.

Com mais essas duas dimensões de dados espectrais, multiplicam-se as possibilidades de gerar índices

Figura 29. Representação gráfica das respostas espectrais e índices das imagens LANDSAT em fitas CCT -

06/04/78.

Figura 30. Representação gráfica das respostas espectrais e índices das imagens LANDSAT em fitas CCT -

23/07/78.

Figura 31. Representação gráfica das respostas espectrais e índices das imagens LANDSAT em fitas CCT -

03/10/78.

através de normalizações e razões espectrais. Assim, por analogia aos Índices que envolvem os canais 5 e 7, foram estudadas as razões espectrais $C6/C4$ e $(C6-C4)/(C6+C4)$, também relacionando os dados de um canal sensível na faixa do infravermelho aos dados de um canal sensível à radiação visível, conforme recomenda BERG (1981).

Assim como nas transparências, o exame dos dados nas fitas CCT foi efetuado em termos relativos, já que não houve padronização dos efeitos atmosféricos e das diferentes inclinações solares nos dados das três épocas. Considerou-se que em cada passagem do satélite os diferentes objetos foram afetados da mesma maneira por aqueles fatores, não sendo as análises estatísticas influenciadas por efeitos aditivos ou multiplicativos.

De um modo geral, observadas as proporcionalidades dos dois métodos, as observações feitas para os dados densitométricos das transparências LANDSAT são também aplicáveis para as respostas espectrais contidas nas fitas CCT e, conseqüentemente, para as normalizações e razões espectrais.

Comparando-se com as Figuras 26 a 28, observa-se que a ordem das características espectrais das diferentes categorias nas transparências é quase exatamente seguida nas fitas CCT, em sentido inverso nas medidas originais e normalizações e no mesmo sentido nas razões espectrais, graças ao artifício de se inverter a posição dos dados dos canais 5 e 7.

4.3.1. Análise discriminativa espectral

As Tabelas 28 a 30 esquematizam os resultados da análise de comparações múltiplas (Tabelas A.32 a A.67 do Apêndice), dos dados do LANDSAT em fitas CCT, para as três épocas estudadas.

Em 06/04/78 (Tabela 28) a cana de ano pôde ser discriminada de todas as outras categorias de uso da terra, embora ao nível de 5% de probabilidade. Os canaviais de ano e meio não puderam ser separados de socas. Já a cana nova não diferiu de cultura anual, possuindo características espectrais próximas ao citrus nessa época, diferenciando-se deste apenas a 5% de probabilidade.

Em 23/07/78 (Tabela 29), os canaviais cortados não diferiram entre si, diferindo de todas as outras categorias de uso da terra com exceção da cultura anual, e de citrus somente ao nível de 5% de probabilidade. Os canaviais adultos não diferiram entre si nem de canaviais novos. Juntamente com a cana nova, o canavial de ano-e-meio apresentou dificuldades em ser separado da pastagem, nessa época.

Em 03/10/78 (Tabela 30) grande parte dos canaviais apresentava-se cortada, com diferentes taxas de rebrota ocasionando uma grande variabilidade de características espectrais, o que dificultou a discriminação das diferentes categorias.

A eficiência dos parâmetros utilizados para testar a diferenciação das categorias foi variável para cada época considerada. Assim, em 06/04/78 os dados do canal 7 foram os mais úteis, seguidos pela razão espectral $C7/C5$. Em 23/07/78 a razão $C7/C5$ foi a mais útil, seguida pelo canal 7 e pela razão $(C7-C5)/(C7+C5)$. Em 03/10/78 a melhor contribuição foi da razão espectral $(C7-C5)/(C7+C5)$. O parâmetro menos eficiente em todas as épocas foi o canal 4.

4.3.2. Análise discriminativa temporal

Analogamente ao estudo das transparências, os resultados do teste de comparações múltiplas pelo método de Tukey foram reagrupados (Tabelas 31 a 42), permitindo observar a evolução do comportamento espectral das diferentes categorias nas três épocas consideradas, no sentido de se identificar estágios de canaviais segundo os 12 parâmetros analisados nas fitas CCT.

No canal 4 (Tabela 31), mesmo com a adição da dimensão temporal, poucas são as categorias distinguidas de cada estágio de canavial.

No canal 5 (Tabela 32), os canaviais adultos não diferiram entre si, apresentando alguma semelhança com cafezal e pastagem e, no caso da soca, com corpos d'água. Já a cana nova confundiu-se com citrus e pastagem.

Tabela 31. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - Canal 4.

ESTÁGIO DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA EPOCA			CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	03/10/78	
C1	M*	-	-	C2, S, N, A, F, L, P, R, M*, H
C1X2	-	Nenhuma	Nenhuma	
C2	M, H	F, R, M	-	C1, S, N, A, L, P
C2X2	-	R*, M*	F, R, M, H*	
C2X3	-	-	Nenhuma	
S	F*, R*, M, H	F*, R, M	Nenhuma	C1, C2, N, A, L, P, F* (exceto de SX3)
SX2	-	R, M*	Nenhuma	
SX3	-	-	F, R, M	
SR	-	-	Nenhuma	
N	M, H	F*, R, M	F, R, M	C1, C2, S, A, L, P

Tabela 32. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - Canal 5.

ESTÁGIO DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA ÉPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	03/10/78
C1	N, A, L, P*	-	-
C1X2	-	R, M, H	SX3, A, R*, M, H*
C2	N, A, L, P*, M	R, M, H	-
C2X2	-	F, R, M, H	A*, F*, R, M, H
C2X3	-	-	R, M, H
S	N, A, L, M	R, M, H*	SX3, A, L*, M
SX2	-	F, R, M, H	A, M*
SX3	-	-	C1X2, S, A*, R, M, H
SR	-	-	R, M, H
N	C1, C2, S, F, R, M, H	R, M	A, R, M, H
			L, P

Tabela 33. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - Canal 6.

ESTÁGIO DE	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA EPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	03/10/78
CANAVIAL			
C1	N, A, F, L, R, M, H	-	- C2, S
C1X2	-	C2, S, N, P, R*, M, H	H
C2	N, A, F, L, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, H	- C1, S, P (exceto de C2X2)
C2X2	-	C2, S, N, P, M, H	SR, F, H
C2X3	-	-	H
S	N, A, F, L, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, M*, H	H C1, C2, P (exceto de SR)
SX2	-	C2, S, N, H	H
SX3	-	-	H
SR	-	-	C2X2, N, A*, L*, P*, M, H
N	C1, C2, S, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, M*, H	SR, F, H R, M*

Tabela 34. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - Canal 7.

ESTÁGIO DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA ÉPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	03/10/78
C1	C2*, N, A, F, L, P, R, M, H	-	-
C1X2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M, H	SR, M*, H
C2	C1*, N, A, F, L, R*, M*, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, H	-
C2X2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M, H	SR, SX3*, A*, H
C2X3	-	-	M, H
S	N, A, F, L, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, H	SR, H
SX2	-	C2, S, N, P, R, M, H	SR*, H
SX3	-	-	C2X2*, N, M, H
SR	-	-	C1X2, C2X2, S, SX2*, N, L, P, R, M, H
N	C1, C2, S, P, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, F, L, H	SR, SX3, A, F*, H
			-

Tabela 35. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - C4/Σ canais.

ESTÁGIO DE CANAVAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA ÉPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	
C1	S*, N, A, F, L, P, R, H	-	C2, S*
C1X2	-	C2, S, N, F, P, R, M*, H M, H	
C2	N, A, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, H	C1, S, F (exceto de C2X2), P (exceto de C2X2), R (exceto de C2X2)
C2X2	-	C2, S, N, F, P, R, M, H	SR, M*, H
C2X3	-	-	M, H
S	C1*, N, A, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, H	C1*, C2, F* (exceto de SX2), P* (exceto de SR), R (exceto de SX2 e SR), M (somente de S)
SX2	-	C2, S, N, F*, R, M, H	H
SX3	-	-	M, H
SR	-	-	C2X2, S, N, A, L*, P*, R, M, H
N	C1, C2, S, F, P, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, H	SR, H

Tabela 36. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - C5/Σ canais.

ESTÁGIO DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA ÉPOCA			CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	03/10/78	
C1	N, A, F, L, P, H	-	-	C2, S
C1X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M, H*	C2X3*, SR, SX3, A, L*, R, M, H	
C2	N, A, F, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, M, H	-	C1, S, P (exceto de C2X2)
C2X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M, H	SR, SX3, A, R, M, H	
C2X3	-	-	C1X2*, S, N, R, M, H*	
S	N, A, F, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P*, M, H	C2X3, SR, SX3, A, L, M, H	C1, C2, P* (somente de S), R (exceto de SX3 e SR)
SX2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M, H*	SR, SX3, A, R*, M, H	
SX3	-	-	C1X2, C2X2, S, SX2, N, F, P, R, M, H*	
SR	-	-	C1X2, C2X2, S, SX2, N, F, L*, P, R, M	
N	C1, C2, S, F, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, M, H	C2X3, SR, SX3, A, L, R, M, H	-

Tabela 37. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - C6/Σ canais.

ESTÁGIO DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA ÉPOCA		CATEGORIAS NAO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	
C1	A, L, H	-	C2, S, P*
C1X2	-	C2, S, N, F, L*, P*, R, M, H	H
C2	A, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, H	-
C2X2	-	C2, S, N, F, R, M, H	SR, SX3, H
C2X3	-	-	M, H
S	A, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, H	M, H
SX2	-	C2, S, N, F*, R, M, H	H
SX3	-	-	C2X2, N, M, H
SR	-	-	C2X2, N, R*, M, H
N	L*, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P*, H	SR, SX3, H
			C2X3, S, F, P*, R, M

Tabela 38. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - C7/Σ canais.

ESTÁGIO DE	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA EPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	03/10/78
CANAVIAL			
CT	N, A, F, L, P, H	-	-
C1X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M, H	SR, SX3, A, R, M, H
C2	N, A, F, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, M*, H	-
C2X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M, H	S*, SR, SX3, A, R, M, H
C2X3	-	-	S, N*, R, M, H
S	N, A, F, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P*, M*, H	C2X2*, C2X3, SR, SX3, A, L, M, H
SX2	-	C2, S, N, F, P, R, M, H	SR, SX3*, A, M, H
SX3	-	-	C1X2, C2X2, S, SX2*, N, F, P, R, M, H
SR	-	-	C1X2, C2X2, S, SX2, N, F, L, P, R, M, H
N	C1, C2, S, F, P, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, M, H	C2X3*, SR, SX3, A, L*, R, M, H

Tabela 39. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - C7/C5.

ESTÁGIO DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA ÉPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	
C1	S*, N, A, F, L, P, H	-	- C2, S*
C1X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M, H	SR, SX3, A, R, M, H
C2	N, A, F, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, R, M, H	- C1, S
C2X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M, H	SR, SX3, A, R, M, H
C2X3	-	-	S, N*, R, M, H
S	C1*, N, A, F, L, P, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P, R, M, H	C2X3, SR, SX3, A, L, M, H C1*, C2
SX2	-	C2, S, N, F, P, R, M, H	SR, SX3*, A, R, M, H
SX3	-	-	C1X2, C2X2, S SX2*, N, F, P, R, M, H
SR	-	-	C1X2, C2X2, S, SX2, N, F, P, R, M, H
N	C1, C2, S, F, P, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P*, R, M, H	C2X3*, SR, SX3, A, L*, R, M, H -

Tabela 40. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - C6/C4.

ESTÁGIO DE CANAVIAL	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA EPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	
C1	S*, N, A, F, L, P, R, H	-	C2, S*
C1X2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M, H	SR*, M, H
C2	N, A, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L*, H	-
C2X2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M, H	SR, SX3, M, H
C2X3	-	-	M, H
S	C1*, N, A, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P*, H	SR*, M, H
SX2	-	C2, S, N, F, R, M, H	SR*, H
SX3	-	-	C2X2, N, M, H
SR	-	-	C1X2*, C2X2, S*, SX2*, N, A, L*, R, M, H
N	C1, C2, S, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, P*, H	SR, SX3, M*, H
			F, P*, R

Tabela 41. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - (C7-C5)/(C7+C5).

ESTÁGIO DE	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA EPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS	
	06/04/78	23/07/78	03/10/78	
C1	N, A, F, L, P*, H	-	-	C2, S
C1X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M, H	C2X3*, SR, SX3, A, R*, M, H	
C2	N, A, F, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L*, H	-	C1, S, P (exceto de C2X2),
C2X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M, H	SR, SX3, A, R, M, H	
C2X3	-	-	C1X2*, S, N, R, M, H	
S	N, A, F*, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, M*, H	C2X3, SR, SX3, A, L, M, H	C1, C2, F* (somen- te de S), P (somen- te de S), R (somen- te de S)
SX2	-	C2, S, N, F, L*, P, R, M, H	SR, SX3, A, M, H	
SX3	-	-	C1X2, C2X2, S, SX2, N, F, P, R, M, H	
SR	-	-	C1X2, C2X2, S, SX2, N, F, L, P, R, M, H	
N	C1, C2, S, F, P, R, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, H	C2X3, SR, SX3, A, L*, R*, M, H	-

Tabela 42. Análise temporal dos dados LANDSAT em fitas CCT - (C6-C4)/(C6+C4).

ESTÁGIO DE	CATEGORIAS DISCRIMINADAS NA ÉPOCA		CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS
	06/04/78	23/07/78	
C1	S*, N, A, F, L, P, R*, H	-	C2, S*
C1X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M, H	SR*, M*, H
C2	N, A, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, H	C1, S, F (exceto de C2X2), F (exceto de C2X2), P (exceto de C2X2), R (exceto de C2X2)
C2X2	-	C2, S, N, F, L, P, R, M, H	SR, SX3*, M*, H
C2X3	-	-	M, H
S	C1*, N, A, L, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, H	C1*, C2, P, F (exceto de SX2), R (exceto de SX2 e SR), M (somente de S)
SX2	-	C2, S, N, F, R, M, H	
SX3	-	-	C2X2*, N*, M, H
SR	-	-	C1X2*, C2X2, S*, N, A, L*, R, M, H
N	C1, C2, S, M, H	C1X2, C2X2, SX2, A, L, H	SR, SX3*, H
			F, P, R

No canal 6 (Tabela 33) os canaviais adultos não diferiram entre si, apresentando a cana de ano-e-meio e a soca características semelhantes à pastagem. A cana nova por sua vez, não diferiu de reflorestamento, podendo confundir-se com mata.

No canal 7 (Tabela 34) os canaviais adultos também apresentaram respostas espectrais semelhantes. A cana de ano-e-meio foi distinguida de pastagem e de reflorestamento somente quando cortada antes de 23/07/78. A soca também só foi diferenciada de pastagem na forma de cana cortada antes de 23/07/78, tendo apresentado outra possibilidade na forma de canavial reformado (SR). Neste canal a cana nova foi totalmente identificada pela combinação dos dados das passagens de 06/04/78, que não diferenciou cultura anual, café e citrus, e 23/07/78 que possibilitou estas discriminações.

Dos dados normalizados (Tabelas 35 a 38) apenas os do canal 7 apresentaram bons resultados, embora não tenham distinguido entre os canaviais adultos e apresentem alguma limitação para separar reflorestamento de cana soca quando ainda em pé. A cana nova é distinta das demais categorias segundo este parâmetro.

A razão espectral C7/C5 (Tabela 39) permitiu distinguir a cana de ano da cana soca, mas apenas ao nível de 5% de probabilidade. Com exceção dos tipos de canaviais adultos

tos, todas as demais categorias de uso da terra mostraram-se distintas de cana-de-açúcar segundo este parâmetro, quando aplicado sobre dados combinados de 06/04/78 e 23/07/78, nada adicionando a passagem de 03/10/78.

A razão $C6/C4$ (Tabela 40), só permitiu separar cafezal, pastagem e reflorestamento da cana de ano-e-meio em talhões cortados antes de 23/07/78. Da mesma forma, cana soca não pôde ser separada de cafezal e reflorestamento, sendo distinguida de pastagem apenas ao nível de 5% de probabilidade. Por sua vez, a cana nova também não se distinguiu dessas três categorias.

Conforme se pode ver na Tabela 41, a razão espectral $(C7-C5)/(C7+C5)$, além de não discriminar entre os canaviais adultos, só separou pastagem da cana de ano-e-meio quando cortada antes de 23/07/78; a cana soca só se separou de cafezal, pastagem e reflorestamento após o corte da cana. Cana nova pôde ser distinguida de todas as demais categorias quando os dados de 06/04/78 foram complementados com os de 23/07/78.

A Tabela 42 mostra que a razão $(C6-C4)/(C6+C4)$, comportou-se de forma semelhante à razão $C6/C4$, com o agravante de não distinguir mata de cana soca, embora tenha separado estas duas categorias quando o canavial encontrava-se colhido.

Os resultados expostos indicam que, da mesma

forma que nas transparências, a razão espectral entre os canais 5 e 7 pode ser uma característica suficiente para a classificação automática de cana-de-açúcar quando são combinados os dados de, pelo menos, duas passagens do satélite LANDSAT próximas às duas primeiras épocas aqui analisadas.

A pouca contribuição dos canais 4 e 6, sob todas as formas utilizadas, confirma o trabalho de BERG (1981), podendo serem dispensados os dados desses canais de forma a se obter economia significativa em tempo e custo do uso de computadores, conforme alertam SCHREIER *et alii* (1982).

4.4. Comparação entre Tipos de Imagens

Como os três tipos de produtos de sensores remotos apresentam características que tornam cada um deles vantajoso sob determinados aspectos, seja o maior grau de detalhamento das fotografias aéreas, a simplicidade do uso das transparências LANDSAT, ou os dados mais precisos contidos nas fitas CCT, procurou-se estabelecer as relações que existem entre os dados extraídos dos produtos utilizados.

Para tanto foram examinados os dados médios, análogos, determinados nos três tipos de imagens para as categorias de uso da terra estudadas (Tabelas 12, 13, 14, 25, 26, 27 e 43). Para possibilitar a comparação entre as imagens LANDSAT e as fotografias aéreas infravermelhas colori-

Tabela 43. Dados médios das fotografias aéreas infravermelhas coloridas para comparação com dados das imagens LANDSAT.

CATEGORIA	FILTROS (Dx100)		NORMALIZAÇÕES			RAZÕES ESPECTRAIS			
	VERMELHO	VERDE	Vm		Vd	Vd		Vd-Vm	
			Σ CORES	Σ CORES		Σ CORES	Σ CORES	Vd-Vm	Vd+Vm
C1	111	143	0,27	0,35	0,35	1,29	0,13		
C2	107	112	0,31	0,33	0,33	1,06	0,02		
S	98	109	0,31	0,34	0,34	1,12	0,06		
N	123	113	0,33	0,30	0,30	0,94	-0,04		
A	158	103	0,39	0,25	0,25	0,65	-0,21		
F	147	134	0,33	0,30	0,30	0,93	-0,05		
L	138	104	0,37	0,28	0,28	0,75	-0,15		
P	140	117	0,35	0,30	0,30	0,84	-0,08		
R	104	154	0,24	0,35	0,35	1,48	0,19		
M	121	167	0,25	0,35	0,35	1,39	0,16		
H	251	160	0,43	0,28	0,28	0,64	-0,23		

das, estas últimas tiveram seus dados simplificados, obtendo-se as médias apenas segundo as categorias gerais de estágios de canavial, incorporando-se os dados de variedade. Além disso, esta comparação somente pôde ser feita com as imagens LANDSAT de 06/04/78 por apresentarem uma situação si milar e com restrições, já que as fotografias aéreas foram obtidas cerca de 50 dias depois. Assim, foram estabelecidas as seguintes relações funcionais:

1) Entre fotografias aéreas infravermelhas coloridas e imagens LANDSAT

a) entre dados do filtro verde e dados do canal 5;

b) entre dados do filtro vermelho e dados do canal 7;

c) entre dados normalizados do filtro verde e do canal 5;

d) entre dados normalizados do filtro verme lho e do canal 7;

e) entre as razões espectrais V_d/V_m e C_5/C_7 para transparências LANDSAT, e C_7/C_5 para fitas CCT;

f) entre as razões espectrais $(V_d - V_m)/(V_d + V_m)$ e $(C_5 - C_7)/(C_5 + C_7)$ para transparências LANDSAT, e $(C_7 - C_5)/(C_7 + C_5)$ para fitas CCT.

2) Entre imagens LANDSAT: transparências x CCT

a) entre dados do canal 5;

- b) entre dados do canal 7;
- c) entre dados normalizados do canal 5;
- d) entre dados normalizados do canal 7;
- e) entre as razões espectrais $C5/C7$ para transparências e $C7/C5$ para fitas CCT;
- f) entre as razões espectrais $(C5-C7)/(C5+C7)$ para transparências e $(C7-C5)/(C7+C5)$ para fitas CCT.

4.4.1. Entre fotografias aéreas infravermelhas coloridas e imagens LANDSAT

Como mostram as Figuras 32 a 37, os dados obtidos através da densitometria das fotografias aéreas infravermelhas, apesar de bastante diferentes em termos absolutos, estão altamente correlacionados com os dados análogos das imagens multiespectrais LANDSAT, seja na forma de transparências ou digitalizados em fitas CCT.

Os dados análogos considerados: verde/canal 5, vermelho/canal 7 e respectivas normalizações e razões espectrais, ajustaram-se a equações lineares com altos coeficientes de correlação, mostrando que as diferentes camadas do filme infravermelho apresentam um comportamento semelhante às bandas da fotografia multiespectral, confirmando a observação de HOFFER *et alii* (1972), que as consideram ainda van-

Figura 32. Relações funcionais entre dados das fotografias aéreas infravermelhas coloridas (I.V.) e das imagens LANDSAT (CCT e TR) - verde x canal 5.

Figura 33. Relações funcionais entre dados das fotografias aéreas infravermelhas coloridas (I.V.) e das imagens LANDSAT (CCT e TR) - vermelho x canal 7.

Figura 34. Relações funcionais entre dados normalizados de fotografias aéreas infravermelhas coloridas (verde/ Σ cores) e de imagens LANDSAT (canal 5/ Σ canais).

Figura 35. Relações funcionais entre dados normalizados de fotografias aéreas infravermelhas coloridas (vermelho/ Σ cores) e de imagens LANDSAT (canal 7/ Σ canais).

Figura 36. Relações funcionais entre razões espectrais das fotografias aéreas infravermelhas coloridas (verde/vermelho) e imagens LANDSAT (C5/C7 e C7/C5).

Figura 37. Relações funcionais entre razões espectrais das fotografias aéreas infravermelhas coloridas $\left(\frac{V_d - V_m}{V_d + V_m}\right)$ e imagens LANDSAT $\left(\frac{C5 - C7}{C5 + C7}\right)$ e $\left(\frac{C7 - C5}{C7 + C5}\right)$.

tajosas por apresentarem as três bandas espectrais em uma única fotografia.

Entretanto, YOST e WENDEROTH (1968) alertam para o fato de que é possível objetos com diferentes curvas espectrais reproduzirem uma mesma cor na fotografia colorida, o que seria mais difícil na fotografia multiespectral.

Pelas Figuras 32 a 35 pode-se observar que as relações funcionais entre os dados das fotografias aéreas infravermelhas e das imagens LANDSAT apresentam comportamentos opostos em se tratando de transparências LANDSAT ou fitas CCT, como consequência das escalas inversamente proporcionais das medidas densitométricas e dos dados digitalizados nas fitas CCT. Isto já não ocorre com as razões espectrais, cujas relações funcionais são aproximadamente paralelas, confirmando a presença de dados LANDSAT de mesma origem, devido ao artifício de se inverter a posição dos dados dos canais 5 e 7 (Figuras 36 e 37).

Quanto à capacidade de discriminação espectral, embora se tenha observado que algumas variedades de cana-de-açúcar apresentam características espectrais próprias que permitem a sua identificação, nos aspectos comparativos com as imagens LANDSAT foram menos eficientes, como pode ser observado na Tabela 44.

Essa tabela resume as categorias não discrimi-
nadas nas fotografias aéreas infravermelhas coloridas por ne

nhum dos 13 parâmetros analisados com relação apenas aos estágios de corte, para equiparação às categorias pesquisadas nas imagens LANDSAT (vide Tabelas 11, 16 e 28).

A menor eficiência das fotos infravermelhas coloridas pode ser explicada, em parte, pela época em que foram tomadas as fotografias aéreas, 28/05/78, na qual alguns canaviais novos já estavam com desenvolvimento vegetativo adiantado, confundindo-se com canaviais adultos ou pastagem, enquanto aqueles menos desenvolvidos não diferiram de cultura anual, cafezal ou citrus.

Tabela 44. Síntese das categorias não discriminadas pela análise espectral.

TIPOS DE CANAVIAL	CATEGORIAS NÃO DISCRIMINADAS		
	AEROFOTOS I.V. 28/05/78	TRANSPARENCIAS LANDSAT 06/04/78	FITAS CCT LAND SAT 06/04/78
C1	C2,S,F,R*,M*	Nenhuma	C2*,S*
C2	C1,S,N,F,P*	S,R	C1*,S
S	C1,C2,N	C2	C1*,C2
N	C2,S,A,F,L,P	A,L	A,L*

No caso de canaviais adultos, o grande número de variedades existentes, juntamente com a integração de circunstâncias da época e do local, como datas de plantio ou do

corte anterior, tratos culturais diferenciados e outros fatores que podem influir na tonalidade da cana-de-açúcar nas fotografias infravermelhas coloridas, como observaram KARTERIS *et alii* (1980), fizeram com que algumas variedades não diferissem entre si, nem de cana nova, café, pastagem, reflorestamento e mata.

Provavelmente, a identificação das diversas categorias por meio da análise quantitativa de fotografias aé-reas infravermelhas seria mais completa se fossem examinadas simultaneamente fotografias obtidas em mais de uma época do período de safra, como ocorreu na análise das imagens LANDSAT. Como trabalhos extensivos com imagens multitemporais somente são viáveis economicamente através de dados obtidos por satélites, confirmam-se as expectativas de STEINER (1970) sobre este potencial das imagens LANDSAT para a identificação de culturas.

Entretanto, as falhas observadas na análise quantitativa das fotografias aéreas infravermelhas pouco re-fletem seu potencial para a interpretação visual, a qual dispõe de outros recursos além da tonalidade ou cor, como textura, visão tridimensional e feições contextuais, com riqueza de detalhes.

As imagens LANDSAT, embora tenham se evidenciado superiores na análise espectral, são muito difíceis de se-rem interpretadas visualmente, por oferecerem quase exclusi-

vamente feições tonais com detalhamento limitado pela baixa resolução espacial.

Deve-se acrescentar, ainda, que esta pesquisa foi desenvolvida em uma área com características ideais para trabalhos com imagens LANDSAT, não apresentando as limitações para a identificação da cana-de-açúcar apontadas por MENDONÇA *et alii* (1981), ou seja, terrenos acidentados e talhões pequenos.

Embora grande parte dos canaviais do Estado de São Paulo apresente características semelhantes às da área deste estudo, deve-se considerar a grande expansão que vem ocorrendo em regiões de topografia mais movimentada e a predominância de talhões de menores dimensões nos canaviais cultivados por fornecedores.

4.4.2. Entre dados LANDSAT em transparências e em fitas CCT

Como era de se esperar, os dados obtidos por densitometria de transparências, quando comparados com as respostas espectrais gravadas nas fitas CCT, ajustaram-se a equações lineares com altos coeficientes de correlação, para as três épocas consideradas (Figuras 38 a 43).

Isto evidencia a proporcionalidade dos dados obtidos segundo os dois processos, embora não seja constante

Figura 38. Relações funcionais entre respostas espectrais nas fitas magnéticas (CCT) e densidades óticas nas transparências LANDSAT (TR) - Canal 5.

Figura 39. Relações funcionais entre respostas espectrais nas fitas magnéticas (CCT) e densidades óticas nas transparências LANDSAT (TR) - Canal 7.

Figura 41. Relações funcionais entre dados normalizados das fitas magnéticas (CCT) e das transparentes LANDSAT (TR) - Canal 7/Σ canais.

Figura 40. Relações funcionais entre dados normalizados das fitas magnéticas (CCT) e das transparentes LANDSAT (TR) - Canal 5/Σ canais.

Figura 42. Relações funcionais entre razões espectrais das fitas magnéticas (CCT) e das transparências LANDSAT (TR) - $C7/C5$ (CCT), $C5/C7$ (TR).

Figura 43. Relações funcionais entre razões espectrais das fitas magnéticas (CCT) e das transparências LANDSAT (TR) - $\frac{C7-C5}{C7+C5}$ (CCT), $\frac{C5-C7}{C5+C7}$ (TR).

para as três épocas, como mostram as diferentes equações encontradas para cada parâmetro de comparação.

As diferenças encontradas, certamente causadas pelo processamento fotográfico, poderiam ser minimizadas por uma rígida padronização da densitometria em todas as fases do processo, conforme a metodologia empregada por ASHLEY e REA (1975).

Entretanto, isto pouco interfere nos objetivos do presente trabalho que se baseia mais em dados relativos do que nos valores absolutos, sendo estes os mais afetados. Como foi comentado anteriormente, fatores aditivos ou multiplicativos, como processamento fotográfico, ângulo solar e efeitos atmosféricos que afetem igualmente todos os dados, não alteram os resultados das análises estatísticas.

Isto pode ter constituído uma vantagem das imagens LANDSAT sobre as fotografias aéreas já que as oito sub-áreas pesquisadas encontravam-se em apenas uma imagem LANDSAT para cada canal e época, o que não foi possível com as fotografias aéreas utilizadas, devido à sua grande escala.

Nas análises discriminativas espectrais e temporais foram observadas várias diferenças na identificação da cana-de-açúcar segundo os dois produtos, transparências e fitas CCT, ocorrendo o paradoxo de categorias não discriminadas segundo os dados originais das fitas CCT serem identificadas nas transparências geradas a partir daqueles dados, em função do delineamento estatístico adotado.

Se bem que os resultados globais da análise desses dois tipos de informações obtidas pelo LANDSAT tenham sido coerentes, as diferenças constatadas mostram que realmente o processamento fotográfico alterou as características originais dos dados, podendo ter sido útil uma padronização rigorosa de todas as etapas do processo de densitometria.

O destaque dos índices vegetativos utilizados, principalmente os que relacionam os canais 5 e 7, demonstra que eles realmente anulam grande parte dos fatores que afetam negativamente os trabalhos desta natureza, conforme enfatiza a literatura existente. Por outro lado, os aspectos evidenciados por esses índices, bem como as limitações observadas, concordam plenamente com RICHARDSON e WIEGAND (1977), para os quais os dados LANDSAT estariam mais relacionados com indicadores da densidade da vegetação.

5. CONCLUSÕES

A análise e interpretação dos resultados obtidos, com o material existente e os métodos empregados, permitiram as seguintes conclusões e observações:

A cana-de-açúcar apresenta características espectrais próprias, que permitem a sua identificação de outras categorias de uso da terra em fotografias aéreas infravermelhas coloridas e imagens LANDSAT.

A análise espectral realizada através da densitometria de produtos fotográficos e leitura de fitas digitalizadas, mostrou a superioridade das imagens LANDSAT em trabalhos dessa natureza, evidenciando a sua utilidade para levantamentos por métodos automáticos.

O grande número de variáveis que afetam a cor nas fotografias aéreas infravermelhas coloridas prejudicou a caracterização quantitativa, possibilitando apenas a discriminação da cana-de-açúcar adulta das demais categorias de uso

da terra, e com algumas restrições. A riqueza de detalhes apresentados, embora não tenha sensibilizado a análise espectral, indica que essas fotografias sejam mais úteis em trabalhos de fotointerpretação visual.

As imagens LANDSAT apresentaram a vantagem da dimensão temporal, o que possibilitou a identificação em uma determinada passagem do satélite, de categorias não identificáveis em outra. Assim, foi possível discriminar canaviais adultos, novos e cortados, de todas as demais categorias de uso da terra, por meio da caracterização espectral multitemporal.

As passagens do satélite LANDSAT de 06/04/78 e 23/07/78 foram suficientes para identificar a cana-de-açúcar entre as demais categorias de uso da terra, sugerindo que para levantamentos canavieiros por processos automáticos são necessárias uma imagem do início e outra de meados do período de colheita. As imagens de 03/10/78 pouco contribuíram.

Entre os dois tipos de dados LANDSAT utilizados, transparências e fitas CCT, não se verificaram diferenças significativas na identificação espectral da cana-de-açúcar, sugerindo que qualquer das duas formas pode ser utilizada em trabalhos desta natureza. Entretanto, sempre que for possível, recomenda-se o uso dos dados originais registrados nas fitas CCT, não alterados pelo processamento fotográfico.

A transformação das leituras densitométricas e

respostas espectrais segundo normalizações e razões, reduziu a variabilidade dos dados, proporcionando resultados mais consistentes, tanto em fotografias aéreas infravermelhas coloridas como em imagens LANDSAT.

Nas fotografias aéreas infravermelhas coloridas, a densidade normalizada do filtro vermelho foi a que mais contribuiu para a identificação da cana-de-açúcar, seguida das razões espectrais que envolvem dados dos filtros verde (Vd) e vermelho (Vm): $(Vd - Vm) / (Vd + Vm)$ e Vd / Vm .

Nas imagens LANDSAT, a utilização dos canais 5 e 7 foi suficiente para identificar a cana-de-açúcar, principalmente quando foram combinados na forma de razões espectrais: canal 5/canal 7 em transparências e canal 7/canal 5 em fitas CCT. Os dados dos canais 4 e 6 nada adicionaram, podendo ser dispensados para economia de tempo de computação.

As razões espectrais entre dados das faixas visível e infravermelho próximo realçaram as diferenças entre as categorias de uso da terra analisadas. Especialmente a razão entre os canais 5 e 7 do LANDSAT mostrou-se adequada para o acompanhamento da evolução vegetativa dos canaviais.

Embora as fotografias aéreas infravermelhas aparentem possuir características muito distintas das imagens LANDSAT, verificou-se uma elevada correlação entre as camadas do filme infravermelho e os canais do LANDSAT que atuam em faixas similares do espectro eletromagnético: fil-

tro verde/canal 5 e filtro vermelho/canal 7.

Os três produtos de sensores remotos apresentaram características que os fazem, cada um deles, vantajosos sob determinados aspectos para estudos sobre cana-de-açúcar: a) o maior grau de detalhamento das fotografias aéreas infravermelhas coloridas, que as tornam mais adequadas à interpretação visual; b) a simplicidade do manuseio das transparências LANDSAT, que possibilita a sua análise quantitativa por meio de densitômetros; e c) os dados mais precisos contidos nas fitas CCT, mas que exigem computadores para a sua interpretação.

A obtenção dos resultados deste trabalho, principalmente com relação às imagens LANDSAT, foi possível graças às condições favoráveis proporcionadas pela topografia suave do terreno, a semelhança dos solos e a grande extensão dos canaviais da área de estudo.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, F.F.M., 1974. *Fundamentos geológicos do relevo paulista*. São Paulo, Instituto de Geografia da USP. 109p.
- ANSON, A., 1968. Developments in aerial color photography for terrain analysis. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 34(10):1048-1057.
- ASHLEY, M.D. e J. REA, 1975. Seasonal vegetation differences from ERTS imagery. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 41(6):713-719.
- ASTM, 1974. *Standard method of specifying color by the Munsell system*. Philadelphia. 22p.
- AUDI, R., 1965. Estudo da Cultura canavieira na região de Piracicaba por fotointerpretação - Parte I. *Bragantia*. Campinas, 24(18):203-218.
- BAUER, M.E., 1975. The role of remote sensing in determining the distribution and yield of crops. *Advances in Agronomy*. New York, 27:271-304.

- BAUER, M.E., J.E. CIPRA, P.E. ANUTA e J.B. ETHERIDGE, 1979. Identification and area estimation of agricultural crops by computer classification of LANDSAT MSS data. *Remote Sensing of Environment*. New York, 8:77-92.
- BAUMGARDNER, M.F. e J. A. HENDERSON JUNIOR, 1973. *Mapping soils, crops, and rangelands by machine analysis of multi-temporal ERTS-1 data*. West Lafayette, Purdue University. 19p. (LARS Information Note 121173).
- BECKING, R.W., 1959. Forestry applications of aerial color photography. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 25(4):559-565.
- BERG, A., 1981. General results of a european remote sensing project (AGRESTE). In: BERG, A., Ed. *Application of remote sensing to agricultural production forecasting*. Ispra (Italy), Joint Research Centre, p.193-211.
- BROONER, W.G. e D.S. SIMONETT, 1971. Crop discrimination with color infrared photography: a study in Douglas, Kansas. *Remote Sensing of Environment*. New York, 2:21-35.
- BUNNIK, N.J.J., 1981. Fundamentals of remote sensing. Relations between spectral signatures and physical properties of crops. In: BERG A., Ed. *Application of remote sensing to agricultural production forecasting*. Rotterdam, A.A. Balkema, p.47-81.
- CARRARO, C.C., C.C. LIU e S.K. YAMAGATA, 1975. Interpretação geológica da Região do Alto e Médio São Francisco ba-

- seada nas imagens MSS do ERTS-1. São José dos Campos, INPE, 111p. (Dissertação de Mestrado).
- CARTER, L.D. e R.O. STONE, 1974. Interpretation of orbital photographs. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 15(2):193-197.
- CARVALHO, V.C., 1978. *Apresentação de uma sistemática para a análise de dados multiespectrais*. São José dos Campos, INPE. 35p.
- CHIARINI, J.V., Coord., 1976. Uso atual das terras do Estado de São Paulo. *Boletim Técnico Instituto Agrônomo*. Campinas, (37):1-36.
- CHIARINI, J.V., Coord., 1978. Uso do solo no Estado de São Paulo em 1962. *Bragantia*. Campinas, 37:43-55.
- DONZELI, P.L., 1979. Densitometria em aerofotografias coloridas normais e infravermelhas relacionada às características das cores de três latossolos. Piracicaba, ESALQ, 84p. (Dissertação de Mestrado).
- DOVERSPIKE, G.E., F.M. FLYNN e R.C. HELLER, 1965. Microdensitometer applied to land use classification. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 31(2):294-306.
- DRAEGER, W.C., 1971. Regional agricultural inventories in Arizona. In: UNIVERSITY OF ARIZONA. *Applied remote sensing of earth resources in Arizona*. Tucson, Proceedings 2nd ARETS Symposium, p.130-145.

- DUTRA, L.V., R.C. de SOUZA, F.A. MITSUO II e J.C. MOREIRA, 1981. *Análise automática de imagens multiespectrais*, São José dos Campos, INPE. 33p. (Publicação nº INPE - 2212 - MD/009).
- EASTMAN KODAK COMPANY, 1972. *Properties of Kodak materials for aerial photographic systems*. Vol. 1 - Kodak aerial films and photographic plates. Rochester, Professional, Comercial, and Industrial Markets Division. 75p.
- EASTMAN KODAK COMPANY, 1976. *Aerial data. Kodak aerochrome infrared film 2443 (Estar Base)*. Rochester, Aerial Products Services. 10p.
- ERB, R.B., 1980. The large area crop inventory experiment (LACIE). Methodology for area, yield and production estimation. In: FRAYSSE, G., Ed. *Remote sensing application in agriculture and hydrology*. Rotterdam, A.A. Balkema, p.285-297.
- ESPINDOLA, C.R. e L.C. MILLER, 1976. *Levantamento detalhado dos solos da Usina São João*. Vol. 1 - Agropecuária Campo Alto. Araras, s.ed. 86p.
- ESTES, J.E. e D.S. SIMONETT, 1975. Fundamentals of image interpretation. In: REEVES, R.G., Ed. *Manual of remote sensing*. Falls Church, American Society of Photogrammetry, vol. 2, p.869-1076.
- FRAYSSE, G., 1981. Remote sensing agroclimatological methods. In: BERG, A., Ed. *Application of remote sensing to*

- agricultural production forecasting*. Ispra (Italy), Joint Research Centre, p.181-192.
- FRITZ, N.L., 1967. Optimum methods for using infrared-sensitive color films. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 33(10):1128-1138.
- FUHRER, J., K.H. ERISMANN, H.J. KELLER e A. FAVRE, 1981. A system for quantitative determination of species and vitalities of urban trees on color-infrared photographs. *Remote Sensing of Environment*. New York, 11(1):1-8.
- GARCIA, G.J., 1975. Fotointerpretação comparativa de fotografias pancromáticas, coloridas e infravermelhas coloridas (falsa cor). Piracicaba, ESALQ, 111p. (Tese de Doutoramento).
- GARCIA, G.J., 1979. Técnicas de sensoriamento remoto na avaliação do potencial de uso de regiões de cerrado. Botucatu, Faculdade de Ciências Agronômicas, 134p. (Tese de Livre Docência).
- GARCIA, G.J. e D.A.B. MARCHETTI, 1977a. Fotointerpretação da vegetação através da densitometria. *Anais da ESALQ*. Piracicaba, 34:275-279.
- GARCIA, G.J. e D.A.B. MARCHETTI, 1977b. Estimativa de safra para a cultura do milho através do filme infravermelho colorido. *Anais da ESALQ*. Piracicaba, 34:267-274.
- GARCIA, G.J. e M.M. BIAZON, 1981. Estimativa da variação anual da reflexão da vegetação através de imagens LANDSAT.

- Engenharia Agrícola*. Botucatu, 5(2):21-23.
- GENERAL ELECTRIC COMPANY, 1975. *Image-100 user manual*. Daytona Beach, Ground Systems Department. p.irreg.
- GIMBARZEVSKY, P., 1974. ERTS-1 imagery in biophysical studies. In: UNIVERSITY OF GUELPH. *Second Canadian Symposium on Remote Sensing*. Ontario, vol. 2, p.391-403.
- GOILLOT, C.C., 1980. Significance of spectral reflectance for natural surfaces. In: FRAYSSE, G., Ed. *Remote sensing application in agriculture and hydrology*. Rotterdam, A.A. Balkema, p.53-68.
- GOMES, F.P., 1964. A cana-de-açúcar no mundo. In: MALAVOLTA, E., Coord. *Cultura e adubação da cana-de-açúcar*. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, p.11-26.
- HAY, C.M., 1974. Agricultural inventory techniques with orbital and high-altitude imagery. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 40(11):1283-1293.
- HERNANDEZ FQ, P. e Y.E. SHIMABUKURO, 1978. Estabelecimento de metodologia para avaliação de povoamentos florestais artificiais utilizando-se dados do LANDSAT. São José dos Campos, INPE, 128p. (Dissertação de Mestrado).
- HOFFER, R.M., 1972. *ADP of multispectral scanner data for land use mapping*. West Lafayette, Purdue University. 25p.
- HOFFER, R.M., 1978. Biological and physical considerations in applying computer aided analysis techniques to remote sensor data. In: SWAIN, P.H. e S.M. DAVIS. *Remote sen-*

- sing: the quantitative approach. New York, McGraw-Hill, p.227-289.
- HOFFER, R.M., 1980. Computer-aided analysis techniques for mapping earth surface features. In: FRAYSSE, G., Ed. *Remote sensing application in agriculture and hydrology*. Rotterdam, A.A. Balkema, p.133-152.
- HOFFER, R.M., P.E. ANUTA, T.L. PHILLIPS, 1972. ADP, multi-band and multiemulsion digitized photos. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 38(10):989-1000.
- HOLBEN, B.N. e C.O. JUSTICE, 1980. The topographic effect on spectral response from nadir-pointing sensors. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Falls Church, 45(9):1191-1200.
- IAA, 1981. *Relatório anual 1981*. Rio de Janeiro. 42p.
- IAA/PLANALSUCAR, 1974. *Relatório anual 1974*. Piracicaba, 168p.
- IBC/GERCA, 1968. *Inventário cafeeiro - Pesquisa com fotografias aéreas nas regiões cafeeicultoras do Estado de São Paulo a Este de 48°W*. Rio de Janeiro. 67p.
- JENSEN, J.R., J.E. ESTES e L.R. TINNEY, 1978. High-altitude versus LANDSAT imagery for digital crop identification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Falls Church, 44(6):723-733.
- JUNQUEIRA, A.A.B. e B. DANTAS, 1964. A cana-de-açúcar no Brasil. In: MALAVOLTA, E., Coord. *Cultura e adubação da*

cana-de-açúcar. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, p.27-60.

KARTERIS, M.A., G. SCHULTINK, G.R. SAFIR e R. HILL-ROWLEY, 1980. An evoluton of 70 mm color infrared photography for sugar cane rust assesment in the Dominican Republic. In: ERIM. *Proceedings of the 14th. International Sympo-sium on Remote Sensing of Environment*, Costa Rica, p.1631-1642.

KELLY, K.L. e D.B. JUDD, 1968. ISCC-NBS Centroid color system. In: SMITH JUNIOR, J.T., Ed. *Manual of color aerial photography*. Falls Church, American Society of Photogrammetry, p.523-545.

KOFFLER, N.F., A.C. CAVALLI, J.V. CHIARINI e F.P. NOGUEIRA, 1979. Inventário canavieiro com auxílio de fotografias aéreas - A Grande Região de Piracicaba no ano-safra 1978/79. *Boletim Técnico PLANALSUCAR*, Série A. Piracicaba, 1(2):3-38.

KOFFLER, N.F., J.V. CHIARINI, A.C. CAVALLI e F.P. NOGUEIRA, 1980. Inventário canavieiro com auxílio de fotografias aéreas - A Grande Região de Jaú no ano-safra 1979/80. *Boletim Técnico PLANALSUCAR*. Piracicaba 2(4):1-22.

KOLLMORGEN CORPORATION, 1973. *Transmission densitometer TD-504; operator's manual*. Newburgh, Macbeth Color & Photometry Division. 23p.

KOLLMORGEN CORPORATION, 1976. Munsell system of color notation. In: MUNSELL book of color. Neighboring hues edi-

tion. Matte finish collection. Baltimore, Macbeth Division. p.irreg.

LECHI, G.M., 1980. Survey of photointerpretation techniques in agricultural inventories. In: FRAYSSE, G., Ed. *Remote sensing application in agriculture and hydrology*. Rotterdam, A.A. Balkema, p.17-24.

LECLERG, E.L., W.H. LEONARD e A.G. CLARK, 1966. *Field plot technique*. 2^a ed. Minnesota, Burgess Publishing. 373p.

LOWE, D.S., R.A. SUMMERS e E.J. GREENBLAT, 1974. *An economic evaluation of the utility of ERTS data for developing countries*. Ann Arbor, Environment Research Institute of Michigan, vol. 1.

LUEDER, D.R., 1959. *Aerial photographic interpretation; principles and applications*. New York, McGraw-Hill. 462p.

MALILA, W.A., P.F. LAMBECK e E.P. CRIST, 1980. LANDSAT features for agricultural applications. In: ERIM. *Proceedings of the 14th. International Symposium on Remote Sensing of Environment*, Costa Rica, p.793-803.

MENDONÇA, F.J., 1980. *Uso de dados do LANDSAT para avaliação de áreas ocupadas com cana-de-açúcar no Estado de São Paulo*. São José dos Campos, INPE, 77p. (Dissertação de Mestrado).

MENDONÇA, F.J., Coord., 1981. *Levantamento da área canavieira*

- ra do Estado de São Paulo utilizando dados do LANDSAT - ano safra 1979/80. São José dos Campos, INPE. 23p.*
- MYERS, V.I. , Coord., 1975. Crops and soils. In: REEVES, R. G., Ed. *Manual of remote sensing*. Falls Church, American Society of Photogrammetry, vol. 2, p.1715-1813.
- NASA, 1972. *Data users handbook - ERTS*. Greenbelt, Goddard Space Flight Center. p.irreg.
- NORTHROP, K.G. e E.W. JOHNSON, 1970. Forest cover type identification. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 36(5):483-490.
- NOSSEIR, M.K., C.V.B. PALESTINO e G.T. BATISTA, 1975. Mapeamento de vegetação natural dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo (Região Leste do Brasil) através de imagens MSS do ERTS-1. São José dos Campos, INPE, 55p. (Dissertação de Mestrado).
- OLIVEIRA, J.B., J.R.F. MENK, J.L. BARBIERI, C.L. ROTTA e W. TREMOCOLDI, 1981. *Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo; Quadrícula de Araras SF. 23-Y-A-11*. Rio de Janeiro, EMBRAPA/IAC. (Mapa-Esc. 1:100.000).
- OLIVEIRA, J.B., J.R.F. MENK, J.L. BARBIERI, C.L. ROTTA e W. TREMOCOLDI, 1982. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo; Quadrícula de Araras. *Boletim Técnico Instituto Agrônomo*. Campinas. (no prelo).
- PARRY, J.T., W.R. COWAN e J. A. HEGINBOTTOM, 1969. Color

- for coniferous forest species. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 35(7):669-678.
- REEVES, C.C. e B.L. ALLEN, 1972. Orbital and aerial (RB-57) photography for mapping soils and geology in semi-arid west Texas and eastern New Mexico. In: THE UNIVERSITY OF ARIZONA. *Proceedings of the Third Annual Conference on Remote Sensing in Arid Lands*. Arizona, p.12-45.
- REEVES, R.G., 1975. Glossary. In: REEVES, R.G., Ed. *Manual of remote sensing*. Falls Church, American Society of Photogrammetry, vol. 2, p.2102.
- RIB, H.T., 1968. Color measurements. In: SMITH JUNIOR, J. T., Ed. *Manual of color aerial photography*. Falls Church, American Society of Photogrammetry, p.12-24.
- RICHARDSON, A.J. e C.L. WIEGAND, 1977. Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Falls Church, 43(12): 1541-1552.
- SCARPACE, F.L., 1978. Densitometry on multi-emulsion imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Falls Church, 44(10):1279-1292.
- SCHALLER, E.S. e R.W. TOWLES, 1975. Image-100: the interactive multispectral image processing system. In: NASA Earth Resources Survey Symposium Proceedings, Houston, vol. I-B, p.1275-1291.

- SCHREIER, H., L.C. GOODFELLOW e L.M. LAVKULICH, 1982. The use of digital multi-date LANDSAT imagery in terrain classification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Falls Church, 48(1):111-119.
- SERRA FILHO, R., Coord., 1974. Levantamento da cobertura vegetal natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo. *Boletim Técnico Instituto Florestal*. São Paulo, (11): 1-53.
- SLATER, P.N., 1975. Photographic systems for remote sensing. In: REEVES, R.G., Ed. *Manual of remote sensing*. Falls Church, American Society of Photogrammetry, vol. 1, p.235-323.
- STEINER, D., 1970. Time dimension for crop surveys from space. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 36(2):187-194.
- STEINER, D. e H. HAEFNER, 1965. Tone distortion for automated interpretation. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 31(2):269-280.
- STEPHENS, P.R., 1976. Comparison of color, color infrared, and panchromatic aerial photography. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Falls Church, 42(10):1273-1277.
- SUMA Estatística; açúcar-produção mundial, 1982. *Suma Econômica*. Rio de Janeiro, 3(3):28.

- TARKINGTON, R.G. e A.L. SOREM, 1963. Color and false-color films for aerial photography. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 29(1):88-95.
- WELCH, R., 1968. Film transparencies vs. paper prints. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, 34(5):490-501.
- WESTIN, F.C. e V.I. MYERS, 1973. Identification of soil associations in Western South Dakota on ERTS-1 imagery. In: GODDARD SPACE FLIGHT CENTER. *Symposium on Significant Results Obtained from the Earth Resources Technology Satellite-1*. Maryland, vol. 1, sec. B, p.965-972.
- YOST, E. e S. WENDEROTH, 1968. In: SMITH JUNIOR, J.T., Ed. *Manual of color aerial photography*. Falls Church, American Society of Photogrammetry, p.451-471.

APENDICE

As Tabelas A.1 a A.67 resumem os testes de comparações múltiplas pelo método de Tukey, elaborados aos níveis de 1% e 5% de probabilidade.

Tabela A.1. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: Filtro vermelho.

TREATMENTS	S-NA	N-NA	C1-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	N-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	**
S-NA	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
N-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C1-NA	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
X	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
S-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
N-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
S-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
S-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
N-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
N-52150	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
S-4647	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
S-4013	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
S-56171	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
S-56126	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
F1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
F2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
M	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**

Tabela colorida: $\sqrt{x}$

Tabela "p": 26,7400

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela A.2. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: Filtro verde.

TRATAMENTOS	S-NA	N-NA	C1-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	N-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-NA	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C1-NA	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-52150	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4647	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4013	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56171	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56126	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Transmissão: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 14,3700

Tabela A.3. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: Filtro azul.

TRATAMENTOS	S-NA	H-NA	CI-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	N-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	N
C2-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
H-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CI-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-52150	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4647	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4013	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56171	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56126	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Transmissão: 75%
 Teste nº 13, 9200

Tabela A.4. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: Filtro visual.

TRATAMENTOS	S-NA	N-NA	C1-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	N-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C1-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-52150	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4647	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4013	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56171	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56126	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Transformações: $\sqrt{x}$

Teste "F", 1%, 60**

Tabela A.5. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: RR.

TREATMENTS	S-NA	M-NA	CI-NA	X	C2-4176	S-4176	M-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	M-47355	N-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CI-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-52150	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4647	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4013	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56171	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56126	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Transmissão: Log (x+1)

Teste "F", 5,9500

Tabela A.6. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: RRR.

TRATAMENTOS	S-NA	N-NA	CI-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	N-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	N
C2-NA	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-NA	n.s.	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-NA	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CI-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-52150	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4647	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4013	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56171	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56126	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Transformação: Log (x+1)

Tabela "F", 24,46**

Tabela A.7. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: Vm/ Σ cores.

TRATAMENTOS	S-NA	N-NA	C1-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	N-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C1-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-52150	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4647	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4013	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56171	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56126	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Trans (oração: Log (x+1))
Teate npr, 40, 39**

Transmissão: Log (x+1)

Tabela "P", 40, 39**

Tabela A.8. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: Vd/Σ cores.

TRATAMENTOS	S-NA	N-NA	C1-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	M-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	*	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**
S-NA		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
N-NA		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C1-NA		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
X		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2-4176		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4176		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-4176		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4865		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4865		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-47355		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-47355		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-47355		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-52150		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4647		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4013		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56171		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56126		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
A		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F1		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F2		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
L		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
R		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M		n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Transformação: Log (x+1)
Tabela "F", 51, 57**

Tabela A.9. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: Az/Σ cores.

TATAMENTOS	S-NA	N-NA	C1-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	M-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
S-NA	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
N-NA	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
C1-NA	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
X	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
C2-4176	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
S-4176	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
N-4176	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
C2-4865	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
S-4865	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
C2-47355	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
S-47355	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
N-47355	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
M-52150	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
S-4647	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
S-4013	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
S-56171	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
S-56126	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
A	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
F1	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
F2	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
L	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
P	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo
M	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	oo	oo

Transmissão: Log (x=1)

Teste "F": 26,4900

Tabela A.10. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: Vd/Vm.

TREATMENTOS	S-NA	N-NA	C1-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	M-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	o	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-NA	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo
N-NA	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
C1-NA	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo
X	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	n.s.
C2-4176	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-4176	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
N-4176	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
C2-4865	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-4865	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
C2-47355	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-47355	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
N-47355	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
M-52150	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-4647	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-4013	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-56171	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-56126	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
A	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
F1	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
F2	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
L	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
P	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
R	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
M	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo

Transformação: Log (x+1)
 Teste "F", 42, 34^{oo}

Tabela A.11. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: Az/Vm.

TRATAMENTOS	S-NA	N-NA	C1-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	M-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	**	**
S-NA	n.s.	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n	n.s.	**	**	**
N-NA	*	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	**
C1-NA	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
X	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M-52150	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4647	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4013	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56171	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56126	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Transformação: Log (x+1)
 Teste "F": 33,70**

Tabela A.12. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: $(Vd-Vm)/(Vd+Vm)$.

TREATMENTS	S-NA	N-NA	C1-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	N-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-NA	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	n.s.	n.s.	oo
N-NA	oo	oo	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
C1-NA	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	n.s.	n.s.	oo
X	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo
C2-4176	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	n.s.
S-4176	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
N-4176	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
C2-4865	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-4865	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
C2-47355	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-47355	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
N-47355	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
N-52150	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-4647	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-4013	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-56171	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
S-56126	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
A	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
F1	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
F2	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
L	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
P	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
R	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo
M	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	oo	oo	n.s.	oo	oo	oo	oo	oo

Transformação: Log (x+1)
Teste "F": 46,99**

Tabela A.13. Fotografias aéreas infravermelhas coloridas: (Az-Vm)/(Az+Vm).

TREATMENTS	S-NA	N-NA	C1-NA	X	C2-4176	S-4176	N-4176	C2-4865	S-4865	C2-47355	S-47355	N-47355	N-52150	S-4647	S-4013	S-56171	S-56126	A	F1	F2	L	P	R	M	H
C2-NA	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	**	**
S-NA	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	**	**
N-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	**	**
C1-NA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
X	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-4176	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4865	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-47355	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N-52150	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4647	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-4013	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56171	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S-56126	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Transmissão: Log [x+1]

Teste "F", 33, 31**

Tabela A.14. Transparências LANDSAT de 06/04/78: Canal 5.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	**	**	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2		n.s.	**	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S			**	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N				n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
A					n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
F						**	n.s.	**	**	**
L							**	**	**	**
P								**	**	*
R									n.s.	n.s.
M										n.s.

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 24,01**

Tabela A.15. Transparências LANDSAT de 06/04/78: Canal 7.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	**
C2		n.s.	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**	**
S			**	**	**	**	**	**	**	**
N				n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
A					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
F						n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L							*	n.s.	n.s.	**
P								n.s.	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 50,39**

Tabela A.16. Transparências LANDSAT de 06/04/78: C5/(C5+C7).

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	**
C2		n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	*	**
S			**	**	**	**	**	n.s.	**	**
N				n.s.	**	n.s.	**	**	**	n.s.
A					**	n.s.	**	**	**	n.s.
F						**	n.s.	**	**	**
L							**	**	**	n.s.
P								n.s.	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 86,26**

Tabela A.17. Transparências LANDSAT de 06/04/78: C7/(C5+C7).

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**
C2		n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	**	**
S			**	**	**	**	**	n.s.	**	**
N				n.s.	**	n.s.	**	**	**	n.s.
A					*	n.s.	**	**	**	n.s.
F						**	n.s.	**	*	**
L							**	**	**	n.s.
P								n.s.	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 81,27**

Tabela A.18. Transparências LANDSAT de 06/04/78: C5/C7.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C2		n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	**	**
S			**	**	**	**	**	*	**	**
N				n.s.	**	n.s.	**	**	**	n.s.
A					n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.
F						**	n.s.	*	n.s.	*
L							**	**	**	n.s.
P								n.s.	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: $\log (x+1)$
 Teste "F": 65,89**

Tabela A.19. Transparências LANDSAT de 06/04/78: (C5-C7)/(C5+C7).

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	**
C2		n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	*	**
S			**	**	**	**	**	n.s.	**	**
N				n.s.	**	n.s.	**	**	**	n.s.
A					**	n.s.	**	**	**	n.s.
F						**	n.s.	**	*	**
L							**	**	**	n.s.
P								n.s.	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: $\log (x+2)$
 Teste "F": 86,74**

Tabela A.20. Transparências LANDSAT de 23/07/78: Canal 5.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	**
C2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	*
C2X2			n.s.	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	**	**
S				n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
SX2					*	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	**	**
N						**	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
A							*	n.s.	n.s.	**	**	**
F								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
L									n.s.	**	**	**
P										**	**	**
R											n.s.	n.s.
M												n.s.

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 11,99**

Tabela A.21. Transparências LANDSAT de 23/07/78: Canal 7.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	*	**	**	**	n.s.
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	*	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	*	**	**	**	n.s.
S				**	n.s.	**	**	**	**	**	**	**
SX2					**	n.s.	*	n.s.	*	**	**	n.s.
N						**	**	**	*	n.s.	n.s.	**
A							**	n.s.	**	**	**	n.s.
F								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L									n.s.	n.s.	n.s.	**
P										n.s.	n.s.	**
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 43,18**

Tabela A.22. Transparências LANDSAT de 23/07/78: C5/(C5+C7).

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.
S				**	n.s.	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
SX2					**	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.
N						**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
A							**	**	**	**	**	n.s.
F								n.s.	n.s.	*	**	**
L									n.s.	**	**	n.s.
P										**	**	n.s.
R											n.s.	**
M												**

Transformação: log (x+1)
*Teste "F": 65,87***

Tabela A.23. Transparências LANDSAT de 23/07/78: C7/(C5+C7).

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	*	**	**	**	n.s.
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.
S				**	n.s.	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
SX2					**	n.s.	**	*	**	**	**	n.s.
N						**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
A							**	*	**	**	**	n.s.
F								n.s.	n.s.	*	**	**
L									n.s.	**	**	n.s.
P										**	**	n.s.
R											n.s.	**
M												**

Transformação: log (x+1)
*Teste "F": 58,62***

Tabela A.24. Transparências LANDSAT de 23/07/78: C5/C7.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	*	**	**	n.s.
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	*	**	**	**	n.s.
S				**	n.s.	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
SX2					**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	n.s.
N						**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
A							**	n.s.	**	**	**	n.s.
F								n.s.	n.s.	*	**	**
L									n.s.	**	**	n.s.
P										**	**	n.s.
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 52,80**

Tabela A.25. Transparências LANDSAT de 23/07/78: (C5-C7)/(C5+C7).

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.
S				**	n.s.	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
SX2					**	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.
N						**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
A							**	**	**	**	**	n.s.
F								n.s.	n.s.	*	**	**
L									n.s.	**	**	n.s.
P										**	**	n.s.
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\log(x+2)$
 Teste "F": 62,46**

Tabela A.26. Transparências LANDSAT de 03/10/78: Canal 5.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
C2X3			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
S				n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	*
SX2					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	*
SX3						*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
N							**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	*
A								*	n.s.	n.s.	**	**	**
F									n.s.	n.s.	**	*	n.s.
L										n.s.	**	**	*
P											**	**	**
R												n.s.	n.s.
M													n.s.

Transformação: $\sqrt{x}$
*Teste "F": 9,73***

Tabela A.27. Transparências LANDSAT de 03/10/78: Canal 7.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X3			*	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
S				n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SX2					n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SX3						**	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	**
N							**	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	**
A								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
F									n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L										n.s.	n.s.	n.s.	**
P											n.s.	n.s.	**
R												n.s.	**
M													**

Transformação: $\sqrt{x}$
*Teste "F": 17,13***

Tabela A.28. Transparências LANDSAT de 03/10/78: C5/(C5+C7).

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
C2X3			**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
S				*	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
SX2					*	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
SX3						**	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.
N							**	**	**	n.s.	n.s.	*	**
A								**	**	**	**	**	n.s.
F									n.s.	n.s.	**	**	n.s.
L										n.s.	**	**	n.s.
P											**	**	n.s.
R												n.s.	**
M													**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 27,72**

Tabela A.29. Transparências LANDSAT de 03/10/78: C7/(C5+C7).

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	*
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
C2X3			**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
S				*	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
SX2					n.s.	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
SX3						**	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.
N							**	**	**	*	n.s.	*	**
A								**	**	**	**	**	n.s.
F									n.s.	n.s.	**	**	n.s.
L										n.s.	**	**	n.s.
P											**	**	n.s.
R												n.s.	**
M													**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 27,18**

Tabela A.30. Transparências LANDSAT de 03/10/78: C5/C7.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	n.s.
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
C2X3			**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
S				*	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	**
SX2					n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
SX3						**	n.s.	**	*	**	**	**	n.s.
N							**	**	**	*	n.s.	**	**
A								**	*	**	**	**	n.s.
F									n.s.	n.s.	**	**	n.s.
L										n.s.	**	**	n.s.
P											**	**	n.s.
R												n.s.	**
M													**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 25,62**

Tabela A.31. Transparências LANDSAT de 03/10/78: (C5-C7)/(C5+C7).

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
C2X3			**	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
S				*	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
SX2					*	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
SX3						**	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.
N							**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
A								**	**	**	**	**	n.s.
F									n.s.	n.s.	**	**	n.s.
L										n.s.	**	**	n.s.
P											**	**	n.s.
R												n.s.	**
M													**

Transformação: $\log(x+2)$
 Teste "F": 27,40**

Tabela A.32. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: Canal 4.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
C2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
S			n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	**	**
N				n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
A					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
F						**	**	n.s.	n.s.	n.s.
L							n.s.	**	**	**
P								**	**	**
R									n.s.	n.s.
M										n.s.

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 11,37**

Tabela A.33. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: Canal 5.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	n.s.
C2		n.s.	**	**	n.s.	**	*	n.s.	**	n.s.
S			**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	n.s.
N				n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	**
A					**	n.s.	n.s.	**	**	**
F						**	n.s.	*	**	*
L							n.s.	**	**	**
P								**	**	**
R									n.s.	n.s.
M										n.s.

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 25,66**

Tabela A.34. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: Canal 6.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	**	**	**	**	n.s.	**	**	**
C2		n.s.	**	**	**	**	n.s.	**	**	**
S			**	**	**	**	n.s.	**	**	**
N				n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**
A					n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**
F						n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L							**	n.s.	n.s.	**
P								**	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 80,66**

Tabela A.35. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: Canal 7.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	*	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	**
C2		n.s.	**	**	**	**	n.s.	*	*	**
S			**	**	**	**	n.s.	**	**	**
N				n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	**
A					n.s.	n.s.	**	n.s.	**	**
F						n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L							**	n.s.	**	**
P								n.s.	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 122,57**

Tabela A.36. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: C4/ Σ canais.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	*	**	**	**	**	**	**	n.s.	**
C2		n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
S			**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
N				n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
A					*	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
F						**	n.s.	n.s.	n.s.	**
L							**	**	**	**
P								n.s.	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: log (x+1)
*Teste "F": 246,42***

Tabela A.37. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: C5/ Σ canais.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
C2		n.s.	**	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
S			**	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
N				n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
A					**	n.s.	**	**	**	**
F						**	n.s.	*	**	**
L							**	**	**	**
P								n.s.	**	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: log (x+1)
*Teste "F": 71,38***

Tabela A.38. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: C6/ Σ canais.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2		n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
S			n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
N				n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	**
A					*	n.s.	*	n.s.	**	**
F						**	n.s.	n.s.	n.s.	**
L							**	n.s.	**	**
P								n.s.	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: log (x+1)
*Teste "F": 90,68***

Tabela A.39. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: C7/ Σ canais.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
C2		n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
S			**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
N				n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
A					**	n.s.	**	**	**	**
F						**	n.s.	**	n.s.	**
L							**	**	**	**
P								*	**	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: log (x+1)
*Teste "F": 172,98***

Tabela A.40. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: C7/C5.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	*	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
C2		n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
S			**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
N				n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
A					**	n.s.	**	**	**	**
F						**	n.s.	**	**	**
L							**	**	**	**
P								*	**	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: $\log (x+1)$
 Teste "F": 91,52**

Tabela A.41. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: C6/C4.

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	*	**	**	**	**	**	**	n.s.	**
C2		n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
S			**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
N				n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
A					**	n.s.	*	*	**	**
F						**	n.s.	n.s.	n.s.	**
L							**	**	**	**
P								n.s.	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: $\log (x+1)$
 Teste "F": 103,19**

Tabela A.42. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: (C7-C5)/
(C7+C5).

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	n.s.	**	**	**	**	*	n.s.	n.s.	**
C2		n.s.	**	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
S			**	**	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
N				n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
A					**	n.s.	**	**	**	**
F						**	n.s.	n.s.	**	**
L							**	**	**	**
P								n.s.	**	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: log (x+2)
*Teste "F": 141,74***

Tabela A.43. Dados LANDSAT em fitas CCT de 06/04/78: (C6-C4)/
(C6+C4).

TRATAMENTOS	C2	S	N	A	F	L	P	R	M	H
C1	n.s.	*	**	**	**	**	**	*	n.s.	**
C2		n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
S			**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
N				n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
A					**	n.s.	*	*	**	**
F						**	n.s.	n.s.	n.s.	**
L							**	**	**	**
P								n.s.	n.s.	**
R									n.s.	**
M										**

Transformação: log (x+2)
*Teste "F": 230,74***

Tabela A.44. Dados LANDSAT em fitas CCT de 23/07/78: Canal 4.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
C2X2			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
S				n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
SX2					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	n.s.
N						n.s.	*	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
A							n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F								n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.
L									n.s.	*	*	n.s.
P										**	**	n.s.
R											n.s.	n.s.
M												n.s.

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 7,07**

Tabela A.45. Dados LANDSAT em fitas CCT de 23/07/78: Canal 5.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
C2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
C2X2			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	**
S				n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	*
SX2					n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	**
N						n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
A							**	n.s.	n.s.	**	**	**
F								n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
L									n.s.	**	**	**
P										**	**	**
R											n.s.	n.s.
M												n.s.

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 16,07**

Tabela A.46. Dados LANDSAT em fitas CCT de 23/07/78: Canal 6.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	**	**
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	**
S				**	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	*	**
SX2					**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
N						**	**	**	n.s.	n.s.	*	**
A							n.s.	n.s.	**	n.s.	*	**
F								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L									n.s.	n.s.	n.s.	**
P										n.s.	n.s.	**
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 37,53**

Tabela A.47. Dados LANDSAT em fitas CCT de 23/07/78: Canal 7.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	*	**	**	**	**
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	*	**	**	**	**
S				**	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
SX2					**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	**
N						**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
A							**	*	**	**	**	**
F								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L									n.s.	*	**	**
P										n.s.	n.s.	**
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 69,68**

Tabela A.48. Dados LANDSAT em fitas CCT de 23/07/78: C4/Σ canais.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
S				**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
SX2					**	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	**	**
N						**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
A							**	n.s.	n.s.	**	**	**
F								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L									n.s.	**	**	**
P										n.s.	n.s.	**
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 111,78**

Tabela A.49. Dados LANDSAT em fitas CCT de 23/07/78: C5/Σ canais.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	*
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	**
S				**	n.s.	**	n.s.	**	*	n.s.	**	**
SX2					**	n.s.	**	*	**	**	**	*
N						**	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**
A							**	**	**	**	**	**
F								**	n.s.	*	**	**
L									n.s.	**	**	**
P										**	**	**
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 71,70**

Tabela A.52. Dados LANDSAT em fitas CCT de 23/07/78: C7/C5.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	**
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	**
S				**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**
SX2					**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
N						**	n.s.	**	*	**	**	**
A							**	**	**	**	**	**
F								**	n.s.	**	**	**
L									n.s.	**	**	**
P										**	**	**
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 88,20**

Tabela A.53. Dados LANDSAT em fitas CCT de 23/07/78: C6/C4.

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	*	**	**	**	**
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	*	**	**	**	**
S				**	n.s.	**	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	**
SX2					**	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	**
N						**	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	**
A							**	n.s.	n.s.	**	**	**
F								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L									n.s.	**	**	**
P										*	*	**
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 68,36**

Tabela A.54. Dados LANDSAT em fitas CCT de 23/07/78: (C7-C5)/
(C7+C5).

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	**
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	**
S				**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	*	**
SX2					**	n.s.	**	*	**	**	**	**
N						**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
A							**	**	**	**	**	**
F								**	n.s.	n.s.	*	**
L									n.s.	**	**	**
P										**	**	**
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\log (x+2)$
Teste "F": 105,39**

Tabela A.55. Dados LANDSAT em fitas CCT de 23/07/78: (C6-C4)/
(C6+C4).

TRATAMENTOS	C2	C2X2	S	SX2	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	**
C2		**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X2			**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	**
S				**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
SX2					**	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	**
N						**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
A							**	n.s.	*	**	**	**
F								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
L									n.s.	**	**	**
P										n.s.	*	**
R											n.s.	**
M												**

Transformação: $\log (x+2)$
Teste "F": 132,83**

Tabela A.56. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: Canal 4.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	*
C2X3			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S				n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SX2					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SR						n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SX3							n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
N								n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
A									n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
F										*	**	n.s.	n.s.	n.s.
L											n.s.	**	**	n.s.
P												n.s.	**	n.s.
R													n.s.	n.s.
M														n.s.

Transformação: $\sqrt{x}$
*Teste "F": 6,76***

Tabela A.57. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: Canal 5.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	*
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	**	**	**
C2X3			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
S				n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	n.s.
SX2					n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
SR						n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
SX3							n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
N								**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
A									**	n.s.	n.s.	**	**	**
F										*	n.s.	n.s.	**	n.s.
L											n.s.	**	**	**
P												**	**	**
R													n.s.	n.s.
M														n.s.

Transformação: $\sqrt{x}$
*Teste "F": 22,89***

Tabela A.58. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: Canal 6.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X3			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
S				n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SX2					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SR						n.s.	**	*	n.s.	*	*	n.s.	**	**
SX3							n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
N								n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
A									n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
F										n.s.	n.s.	n.s.	*	**
L											n.s.	n.s.	n.s.	**
P												n.s.	n.s.	**
R													n.s.	**
M														**

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 23,59**

Tabela A.59. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: Canal 7.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X3			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
S				n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SX2					*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SR						n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**
SX3							**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
N								**	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
A									n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
F										n.s.	n.s.	n.s.	**	**
L											n.s.	n.s.	**	**
P												n.s.	n.s.	**
R													n.s.	**
M														**

Transformação: $\sqrt{x}$
 Teste "F": 33,15**

Tabela A.60. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: C4/Σ canais.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
C2X3			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
S				n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SX2					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SR						n.s.	**	**	n.s.	*	*	**	**	**
SX3							n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
N								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
A									n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
F										n.s.	n.s.	n.s.	**	**
L											n.s.	n.s.	**	**
P												n.s.	n.s.	**
R													n.s.	**
M														**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 93,02**

Tabela A.61. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: C5/Σ canais.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	**	**	**
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
C2X3			**	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	*
S				n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**
SX2					**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	**
SR						n.s.	**	n.s.	**	*	**	**	**	n.s.
SX3							**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	*
N								**	n.s.	**	n.s.	**	**	**
A									**	**	**	**	**	n.s.
F										n.s.	n.s.	**	**	**
L											n.s.	**	**	**
P												**	**	**
R													n.s.	**
M														**

Transformação: $\log(x+1)$
 Teste "F": 49,45**

Tabela A.62. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: C6/ Σ canais.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
C2X3			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
S				n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
SX2					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SR						n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	**
SX3							**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
N								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
A									n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
F										n.s.	n.s.	n.s.	**	**
L											n.s.	n.s.	**	**
P												n.s.	**	**
R													n.s.	**
M														**

Transformação: $\log (x+1)$
 Teste "F": 52,75**

Tabela A.63. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: C7/ Σ canais.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
C2X2		n.s.	*	n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
C2X3			**	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
S				n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**
SX2					**	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
SR						n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	**
SX3							**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
N								**	n.s.	*	n.s.	*	*	**
A									**	*	**	**	**	**
F										n.s.	n.s.	**	**	**
L											n.s.	**	**	**
P												**	**	**
R													n.s.	**
M														**

Transformação: $\log (x+1)$
 Teste "F": 75,68**

Tabela A.64. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: C7/C5.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
C2X3			**	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
S				n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**
SX2					**	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
SR						n.s.	**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
SX3							**	n.s.	**	n.s.	*	**	**	**
N								**	n.s.	*	n.s.	**	**	**
A									**	*	**	**	**	**
F										n.s.	n.s.	**	**	**
L											n.s.	**	**	**
P												**	**	**
R													n.s.	**
M														**

Transformação: $\log (x+1)$
 Teste "F": 59,99**

Tabela A.65. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: C6/C4.

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
C2X3			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
S				n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
SX2					*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SR						n.s.	**	**	n.s.	*	n.s.	**	**	**
SX3							**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
N								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
A									n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
F										n.s.	n.s.	n.s.	**	**
L											n.s.	n.s.	**	**
P												n.s.	**	**
R													*	**
M														**

Transformação: $\log (x+1)$
 Teste "F": 64,79**

Tabela A.66. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: (C7-C5)/
(C7+C5).

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	**
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
C2X3			**	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
S				n.s.	**	**	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	**	**
SX2					**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
SR						n.s.	**	n.s.	**	**	**	**	**	**
SX3							**	n.s.	**	n.s.	**	**	**	**
N								**	n.s.	*	n.s.	*	**	**
A									**	**	**	**	**	**
F										n.s.	n.s.	**	**	**
L											n.s.	**	**	**
P												**	**	**
R													n.s.	**
M														**

Transformação: $\log(x+2)$
Teste "F": 73,08**

Tabela A.67. Dados LANDSAT em fitas CCT de 03/10/78: (C6-C4)/
(C6+C4).

TRATAMENTOS	C2X2	C2X3	S	SX2	SR	SX3	N	A	F	L	P	R	M	H
C1X2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
C2X2		n.s.	n.s.	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
C2X3			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
S				n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SX2					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
SR						n.s.	**	**	n.s.	*	n.s.	**	**	**
SX3							*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
N								n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
A									n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
F										n.s.	n.s.	n.s.	**	**
L											n.s.	n.s.	**	**
P												n.s.	**	**
R													n.s.	**
M														**

Transformação: $\log(x+2)$
Teste "F": 97,66**