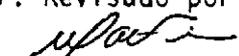
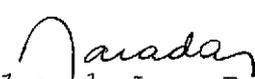
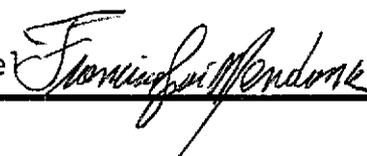


1. Classificação INPE-COM. 4/RPE C.D.U.: 528.711.7:633.11	2. Período	4. Distribuição interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) SENSORIAMENTO REMOTO TRIGO IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ÁREA FILME INFRAVERMELHO		7. Revisado por  Mario Valério Filho
5. Relatório nº INPE-1894-RPE/235	6. Data Setembro, 1980	9. Autorizado por  Nelson de Jesus Parada Diretor
8. Título e Sub-Título CULTURA DO TRIGO IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ÁREAS ATRAVÉS DO FILME AEROCHROME 2443 (INFRAVERMELHO FALSA COR)		11. Nº de cópias 21
10. Setor DSR	Código	14. Nº de páginas 43
12. Autoria Francisco J. Mendonça; Angela M. de Lima; Antonio Tebaldi Tardin; Armando Pacheco dos Santos; Dall Arthur Cottrel; David Chung Liang Lee; Fernan do Celso Soares Maia, Liane Antunes Maciel Lucht; Mauricio Alves Moreira; René Antônio Novaes, Yosio Edemir Shimabukuro.		15. Preço
13. Assinatura Responsável 		
16. Sumário/Notas Com objetivo de usar técnicas de sensoriamento remoto pa ra identificar e avaliar áreas ocupadas com a cultura do trigo, selecio nou-se na região tritícola do Estado do Rio Grande do Sul três segmen tos, de 20 x 40 km, localizados nas regiões de Soledade, Cruz Alta e Santo Ângelo para serem aerofotografados, utilizando filme Aerochrome 2443 da KODAK, na escala de 1:20.000. A partir da interpretação das fo tografias aéreas, foram obtidos três mapas correspondentes a cada seg mento, onde foram identificados, além da cultura do trigo, os temas - ce vada, culturas diversas, pousio, solo preparado, pastagem, mata, refl orestamento e outros. Dentro de um dos segmentos (SOLEDADE) foi selecio nada uma área piloto de 241,15 km ² , para realização de estudos mais de talhados principalmente, sobre as condições fitossanitárias da cultura do trigo e diversidade de variedades plantadas.		
17. Observações		

ÍNDICE

ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
<u>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO</u>	1
<u>CAPÍTULO II - MATERIAL E MÉTODOS</u>	3
2.1 - Material	3
2.1.1 - Área de estudo	3
2.1.1.1 - Descrição	3
2.1.2 - Seleção das áreas testes	5
2.1.3 - Área piloto	6
2.2 - Coleta de dados	6
2.2.1 - Fotografias aéreas	6
2.2.2 - Questionários de campo	6
2.2.3 - Material cartográfico	8
2.3 - Método	8
2.3.1 - Questionário de campo	8
2.4 - Missão fotográfica	8
2.5 - Chave de interpretação e legenda	9
2.6 - Interpretação dos temas	9
2.7 - Verificação da interpretação	11
2.8 - Confecção de mapas temáticos	12
2.9 - Avaliação de área	12
<u>CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	13
3.1 - Resultados dos questionários de campo	13
3.2 - Resultados da missão fotográfica	14
3.3 - Identificação dos temas	14
3.4 - Resultados da avaliação de áreas	24
3.4.1 - Área piloto (município de Tapera)	24
3.4.2 - Segmento Soledade (municípios de Tapera, Selbach, Victor Graeff e Espumoso)	31
3.4.3 - Condições fitossanitárias da cultura do trigo	33

<u>CAPÍTULO IV - CONCLUSÕES</u>	35
BIBLIOGRAFIA	37
APÊNDICE A - MAPAS TEMÁTICOS CONTENDO A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CULTURA DO TRIGO	

ABSTRACT

To identify and estimate wheat area using remote sensing techniques, aerial photographs of KODAK aerochrome 2443 for three (20 X 40 km) segments (SOLEDADE, CRUZ ALTA and SANTO ÂNGELO) in the state of Rio Grande do Sul were taken. The aerial photographs were interpreted manually and maps indicating areas for wheat, barley, idle land, flowed land, pasture land, nature vegetation, reforestation and others were prepared for each segment. An 241,15 km² area within SOLEDADE segment was also selected for a detailed field study about wheat conditions and the varieties planted.

LISTA DE FIGURAS

II.1	- Área de estudo, áreas testes e área piloto	4
III.1	- Relações angulares entre sol, câmara, hot spot, e ponto de releição	15
III.2	- Área ocupada com a cultura do trigo	17
III.3	- Aspecto da cultura do trigo	18
III.4	- Fotografia no infravermelho colorida, mostrando diferentes padrões fotográficos associados a diferentes variedades de trigo: T1-CNT-7, T2-Maringã, T3-Jacuí, T4-S-31, T5-PAT-19, T5D-PAT-19 atacada pela doença "mal-do-pé" ..	19
III.5	- Área ocupada com a cultura da cevada	20
III.6	- Cultura da colza, em primeiro plano, e trigo ao fundo ..	21
III.7	- Área ocupada com a cultura de linhaça	22
III.8	- Área ocupada com a cultura de tremoço	23
III.9	- Área ocupada com vegetação natural (mata), solo preparado para cultivo e pastagem natural	25
III.10	- Área preparada para cultivo em primeiro plano e reflorestamento com eucalipto ao fundo	26
III.11	- Área de solo preparado para cultivo	27
III.12	- Fotografia no infravermelho colorida mostrando padrões fotográficos dos temas T-trigo, C-cevada, PS-pousio, SP-solo preparado, P-pastagem, M-mata	28
III.13	- Fotografia no infravermelho colorida mostrando padrões fotográficos dos temas T-trigo, C-cevada, CD-culturas diversas (colza), SP-solo preparado, PS-pousio, P-pastagem, M-mata	29
III.14	- Controle fitossanitário, de acordo com os estágios de desenvolvimento do trigo	34

LISTA DE TABELAS

II.1 - Dados referentes à cobertura aerofotográfica dos segmentos	7
III.1 - Resultados de áreas, em hectares, dos temas identificados e mapeados na área piloto obtidos a partir de fotografias aéreas, no infravermelho, coloridas.	30

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Atualmente, tem-se observado que a produção mundial agrícola vem sofrendo fortes e frequentes flutuações. Entre os vários fatores responsáveis por essas flutuações apontam-se, como principais, as mudanças climáticas, a escassez de combustível e fertilizantes.

Diante desses fatos, há necessidade de uma estratégia tecnológica das nações, no sentido de superar esses problemas, alcançando o objetivo principal, que é o de fornecer alimentos suficientes para o homem.

Entre as medidas a serem adotadas, conforme admitem líderes da maioria das nações industriais e em desenvolvimento, o planejamento agrícola global é uma condição mínima para se assegurar ao homem um suprimento adequado de alimento, a um preço acessível. Segundo MacDonald e Hall (1978), esse planejamento requer previsões de produção mundial em tempo hábil e confiáveis, devendo ser feitas de maneira sistemática através do tempo. Sem informação confiável e rápida, a respeito da demanda e oferta de alimentos, uma nação exportadora poderia impor altos custos de vendas. Em outras palavras, os autores concluem que países importadores e com reservas limitadas devem ter previsões da sua própria oferta, de modo a tomar decisões inteligentes quanto à compra.

Num programa de previsão de safras, que visa obter resultados não só em tempo oportuno, mas também com confiabilidade conhecida, segundo ainda MacDonald e Hall (1978), dois aspectos devem ser considerados: primeiro, fazer dentro da estação de crescimento uma avaliação periódica, tanto da área como da condição da cultura; segundo, uma previsão da variação mais provável das condições de crescimento futuro e dos possíveis efeitos sobre a produção na colheita.

A consecução de uma previsão de safras, segundo esses dois aspectos, é extremamente difícil quando se utiliza métodos convencionais.

O uso de técnicas de sensoriamento remoto tem mostrado potencialidade para trabalhos de previsão de safras, principalmente a nível de grandes regiões.

Com o objetivo de desenvolver, no futuro, uma metodologia de previsão de safras através de técnicas de sensoriamento remoto, o Projeto Estatísticas Agrícolas (EAGRI) realizará estudos que permitam conhecer a resposta espectral do trigo, registrada por diferentes sensores.

O desenvolvimento desse projeto realizar-se-á em várias fases. Inicialmente, serão analisados dados fotográficos de regiões tricitícolas, obtidos a bordo de aeronaves e tratados visualmente. Numa fase mais avançada, as culturas de trigo serão analisadas automaticamente, utilizando-se imagens obtidas por satélites.

No presente trabalho, os estudos realizados referem-se às fases de aquisição, tratamento e análise de fotografias aéreas, com a precípua finalidade de apreender as diversas conotações espectrais que esta cultura possui sob diferentes estados de fitossanidade, variedades, condições de clima, tipos de solos e práticas agrícolas.

Os resultados obtidos nesta fase servirão de suporte para uma abordagem com sensores em plataformas orbitais, que terá por finalidade o levantamento da cultura de trigo, abrangendo uma área correspondente a duas imagens consecutivas do MSS do LANDSAT (órbitas 220 e 206 no ponto 32) (Figura II.1). Nesta fase, utilizar-se-ão, principalmente, técnicas de classificação automática, com o uso do Sistema de Análise Multiespectral Interativo (Image-100).

CAPÍTULO II

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - MATERIAL

2.1.1 - ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada ao norte do Estado do Rio Grande do Sul, conforme Figura II.1.

2.1.1.1 - DESCRIÇÃO

a) Clima

Segundo trabalho realizado pelo IBGE (1977), de um modo geral a região Sul do Brasil possui clima mesotérmico superúmido, sem estação seca, típico das regiões temperadas. O regime anual da precipitação pluviométrica não só é abundante, como seu regime de distribuição estacional é normal. De acordo com esse trabalho, a área de estudo está situada numa região onde a altura média de precipitação pluviométrica anual está entre 1750 a 2000 mm, com temperatura média anual de 18°C.

b) Morfologia

De acordo com levantamento morfológico realizado pelo Ministério da Agricultura (1972), essa região é abrangida por dois grupos dominantes: o grupo tectônico, caracterizado pela presença de relevo acidentado, e o grupo denudativo, com coxilhas tabulares e platô dissecado transicional.

c) Solos

Os solos dessa região, segundo levantamento realizado pelo Ministério da Agricultura (1972), são, frequentemente, erosionados com ravinamentos, e a litologia desses solos é, em sua grande maioria, de composição basáltica.

RIO GRANDE DO SUL

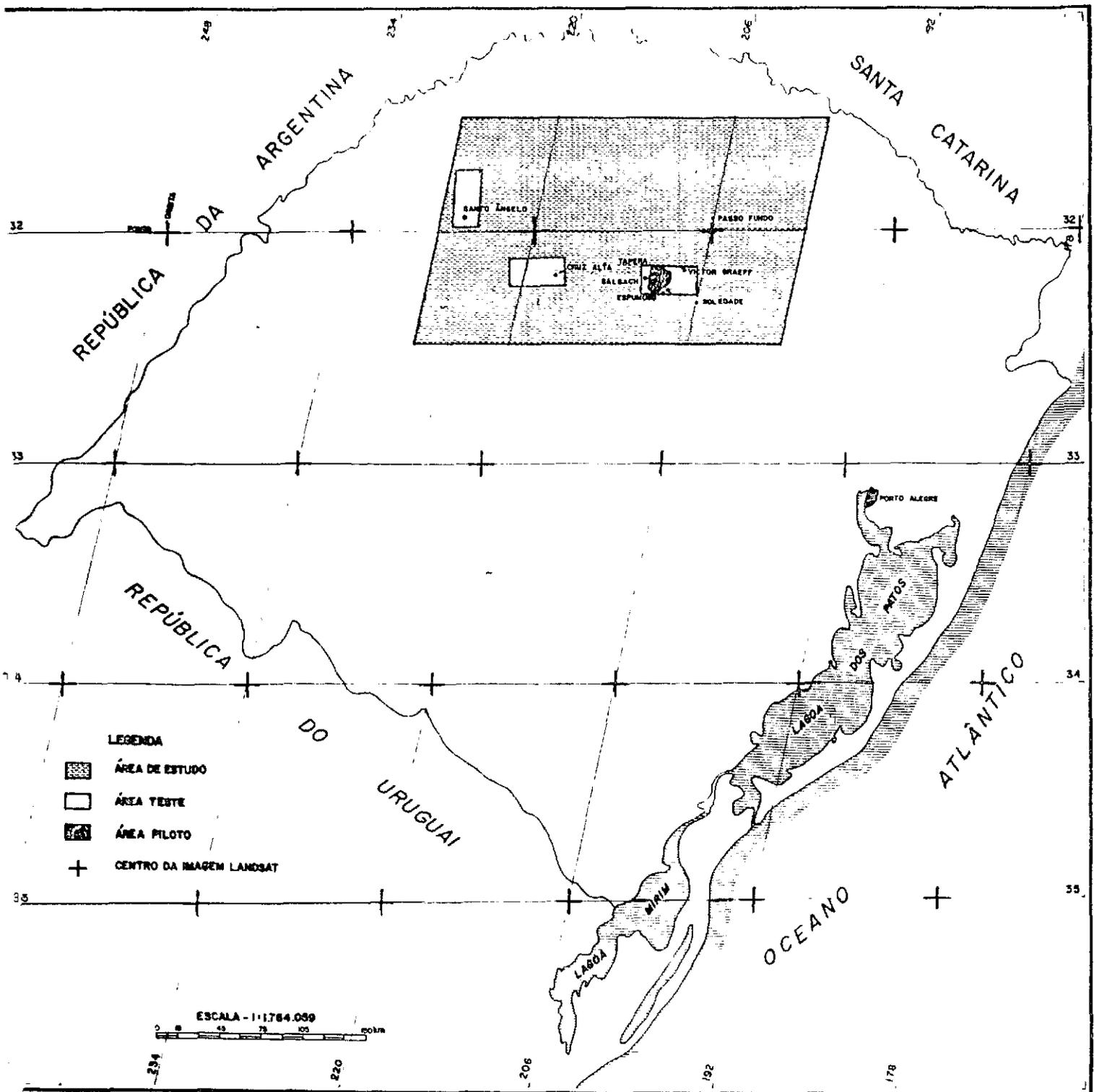


Fig.II.1 - Área de Estudo, Áreas Testes e Área Piloto.

Em trabalho realizado por Santos e Abrão (1976), dentre os solos daquela região, aptos para a produção de culturas anuais, e entre elas o trigo, são encontrados os seguintes solos:

- Solos de textura superficial argilosa, apresentando boas condições físicas, com moderadas limitações quanto à fertilidade natural e, devido às suas condições de relevo e susceptibilidade à erosão, necessitam de práticas conservacionistas, entre as quais são recomendadas o terraceamento e a rotação de culturas.
- Solos de textura superficial média, os quais, em função da textura podem, ocasionalmente, apresentar deficiências de água, em períodos secos, e moderadas limitações quanto à fertilidade natural.
- Solos de textura superficial arenosa, compreendendo aqueles solos cuja fração de areia é elevada e constituída por materiais quartzosos, e com limitações moderadas a fortes quanto à fertilidade natural.

2.1.2 - SELEÇÃO DAS ÁREAS TESTES

Dentro da área de estudo, foram selecionados três segmentos de 20 x 40 km, para servirem como áreas testes. Estes segmentos foram plotados na Carta do Brasil, Folhas de: Soledade, Santo Ângelo e Cruz Alta (1972), na escala de 1:100.000, a fim de serem aerofotografados.

O principal critério adotado para a seleção desses segmentos foi a grande concentração da cultura do trigo nessas áreas. Outro fator que contribuiu para essa escolha foi a existência de informações preliminares oferecidas por entidades governamentais e privadas que atuam naquela região.

2.1.3 - ÁREA PILOTO

A área teste de Soledade incluiu áreas de quatro municípios: SELBACH, TAPERA, VICTOR GRAEFF e ESPUMOSO. Dentre esses, somente o município de TAPERA teve sua área coberta totalmente pelo levantamento aerofotográfico. Os outros três foram apenas parcialmente cobertos pelo aerolevanteamento. Para realização de estudos mais detalhados, principalmente relacionados ao estado fitossanitário da cultura e a ocorrência de variedades mais frequentes, foi escolhido o município de TAPERA, como área piloto.

2.2 - COLETA DE DADOS

2.2.1 - FOTOGRAFIAS AÉREAS

Para cobertura fotográfica das três áreas testes foi utilizado o filme AEROCHROME tipo 2443 da KODAK, cujo intervalo espectral é de 400 a 900 nm. Na Tabela II.1 são mostrados os parâmetros fotográficos utilizados, bem como a data de tomada e escala das fotografias.

Foi utilizado o recobrimento de 30%, tanto para o lateral quanto para o longitudinal. O segmento SANTO ANGELO, conforme pode-se ver na Tabela II.1, apresenta um número total de fotos maior que os outros dois segmentos. Tal fato ocorreu devido a problemas de deriva do avião, por ocasião da tomada das fotos da faixa 5. Para cobrir o espaço deixado entre as faixas 5 e 6, foi necessário o sobrevôo de uma faixa suplementar e, mesmo assim, ainda restou uma pequena área que não foi fotografada.

2.2.2 - QUESTIONÁRIO DE CAMPO

Concomitante à tomada das fotos aéreas do segmento SOLEDADE, foram aplicados 32 questionários em diferentes propriedades, com objetivo de se levantar informações de campo para posterior estabelecimento de uma chave de interpretação.

TABELA II.1

DADOS REFERENTES À COBERTURA AEROFOTOGRAFICA DOS SEGMENTOS
(SOLEDADE, CRUZ ALTA E SANTO ANTONIO)

NOME DO SEGMENTO	DATA DO VÔO	CÂMARA	DISTÂNCIA FOCAL (mm)	FILME (KADAK)	ABERTURA	TEMPO DE EX POSIÇÃO (seg)	FILTROS	Nº DE FAIXAS	TOTAL FOTDS	ALTURA DO AVIAO (PES)	ESCALA
SOLEDADE	04.09.79			AEROCROME			W 15 +		103		
CRUZ ALTA	04.09.79	RC-10	151,67	TIPO 2443	5,6	1/200	CC20 m +	7	104	10.000	20.000
SANTO ANGELO	02.09.79						AV. 2,2		116		

2.2.3 - MATERIAL CARTOGRÁFICO

Para plotagem das fotografias aéreas foram utilizadas, como documento cartográfico, as folhas SOLEDADE, CRUZ ALTA e SANTO ÂNGELO, na escala de 1:100.000, elaboradas pela Diretoria do Serviço Geográfico DSG (1972), conforme citado na seção 2.1.2.

2.3 - MÉTODO

2.3.1 - QUESTIONÁRIO DE CAMPO

Para aplicação dos questionários de campo, manteve-se, inicialmente, contato com os técnicos responsáveis pelos quatro municípios que integravam o segmento SOLEDADE. Baseado no número e distribuição das propriedades dentro dos municípios, foram aplicados questionários da seguinte forma: 6 no município de SELBACH, 11 no município de TAPERA, 4 no município de ESPUMOSO e 11 no município de VITOR GRAEFF, perfazendo um total de 32 propriedades visitadas.

Definido o número de propriedades a serem visitadas, com apoio de mapas locais, cedidos pelas prefeituras daqueles municípios, fez-se sobre esses mapas a demarcação das propriedades selecionadas.

A cada entrevista feita, era desenhado pelo entrevistador um croqui da propriedade, mostrando principalmente a distribuição espacial das diferentes culturas, e anotava-se detalhes que permitiam identificá-los, posteriormente, nas fotografias aéreas.

2.4 - MISSÃO FOTOGRÁFICA

O procedimento adotado para a execução da missão aerofotográfica incluiu as seguintes fases:

- a) planejamento do voo, onde foram definidos área a ser sobrevoada, escala, data, parâmetros fotográficos e tipo de filme;

- b) realização do aerolevanteamento;
- c) processamento fotográfico;
- d) definição da escala média do vôo e plotagem, em mapa topográfico, das fotografias aéreas.

2.5 - CHAVE DE INTERPRETAÇÃO E LEGENDA

Conhecido o número de culturas plantadas e sua distribuição espacial em cada uma das 32 propriedades em que foram aplicados os questionários de campo, pôde-se estabelecer, então, uma chave de interpretação para 9 temas, (Apêndice A).

2.6 - INTERPRETAÇÃO DOS TEMAS

Para a identificação dos temas foram utilizadas as técnicas de sensoriamento remoto, cujo critério básico foi a cor.

A *cor*, aqui definida, apresenta três características principais: tonalidade, saturação e brilho.

A *tonalidade* é determinada pela frequência da energia luminosa no espectro eletromagnético. Assim sendo, quando se fala em tonalidade vermelha diferente de tonalidade verde, isto quer dizer que a primeira corresponde ao intervalo do comprimento de onda que vai aproximadamente de 620 a 700 nm, enquanto que a segunda está compreendida no intervalo entre 480 a 550 nm. Naturalmente, existem famílias de tonalidades, como, por exemplo, muitas tonalidades de vermelho, azul e verde, possuindo cada uma seu comprimento de onda individual ou faixas de comprimento de onda. Assim é que as cores magenta, amarela, etc., são consideradas também como tonalidades.

A *saturação* de uma cor é, por sua vez, a medida de sua diluição com uma luz branca. Uma cor que estiver completamente saturada é uma cor monocromática pura, ou seja, sem nenhuma tinteira da cor ou graduação da tonalidade.

O *brilho* de uma cor \bar{e} a medida da quantidade de luz refletida pela referida cor sobre o olho humano, sendo, portanto, uma medida da claridade ou da obscuridade de uma cor.

Gates (1970) estabeleceu a seguinte equação que relaciona, numa primeira aproximação, a interação da energia com o solo e plantas,

$$E(s + p) = \left[(1 - f)rp + frs \right] (L + \ell) \quad (\text{II.1})$$

onde $E(s + p)$ \bar{e} a energia refletida do solo e das plantas conjuntamente; f , \bar{e} a fração de energia refletida do solo descoberto; rp , a refletividade das plantas, rs , a refletividade do solo; e $(L + \ell)$, a luz direta do sol e a luz difusa do céu, conjuntamente.

Dividindo a equação (II.1) por $rs(L + \ell)$, tem-se:

$$E(s + p) = f + (1 - f) rp/rs \quad (\text{II.2})$$

Isto demonstra que a energia refletida, no caso de alvos agrícolas, depende de duas componentes: a fração de energia "f" e da refletividade das plantas sobre a refletividade do solo (rp/rs). Quando há predominância de solo exposto sobre a folhagem das culturas, a razão rp/rs \bar{e} menor que 1 e, na parte visível do espectro, a resposta de energia refletida \bar{e} clara e isso se deve ao alto valor de "f". No caso em que a predominância seja a de cobertura vegetal, a razão rp/rs \bar{e} maior que 1 e a resposta de energia mais forte \bar{e} no intervalo do infravermelho próximo, e nesse caso, "f" \bar{e} muito pequeno ou nulo.

Com base nesses conceitos e associando os diferentes padrões de resposta fotográficos com as condições ambientais, \bar{e} que foi feita a identificação dos diferentes temas.

Para os trabalhos efetivos de interpretação visual das fotografias aéreas, foram utilizadas as cópias dessas fotografias em transparência positiva sobre mesa de luz, e feita a identificação dos diferentes temas sobre papel plástico transparente.

Além do critério básico da cor utilizado para a caracterização dos diferentes temas, usou-se, também, o atributo textura fotográfica para auxiliar nas decisões de interpretação.

A fim de se evitar divergência na interpretação, devido à decisão subjetiva de cada fotointérprete para a definição de um tema, estabeleceu-se que o resultado da interpretação de cada fotografia fosse revisada por um fotointérprete, o qual padronizava a interpretação de toda a equipe.

Quando um padrão fotográfico de um talhão se afastava do padrão característico que definia um tema, segundo a chave de interpretação estabelecida, esse era considerado um padrão duvidoso e, mesmo decidindo-se a qual tema pertencia, seu símbolo de legenda era acompanhado de uma interrogação, para posterior verificação de campo.

2.7 - VERIFICAÇÃO DA INTERPRETAÇÃO

Para se proceder à verificação dos talhões cuja interpretação mostrou-se duvidosa, foi feita uma visita ao campo, verificando-se cada talhão assinalado previamente com uma interrogação.

Além da verificação dos talhões com interpretação duvidosa, foi feito, em cada faixa de voo, um perfil ao longo das estradas principais, onde cada talhão, quer tivesse interpretação duvidosa ou não, era sistematicamente verificado.

Nessa verificação foram feitas, também, anotações sobre a existência de diferentes variedades de trigo presentes no campo. Sobre o mapa preliminar, gerado a partir da interpretação das fotografias aéreas, foram marcados os talhões de trigo com incidência de ervas daninhas ou atacadas por pragas ou doenças.

A realização desse trabalho de campo foi feita somente para o segmento SOLEDADE. O conhecimento adquirido nesse segmento permitiu aos intérpretes executarem a interpretação dos diferentes temas nos segmentos de SANTO ÂNGELO e CRUZ ALTA.

2.8 - CONFECÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS

Dirimidas as dúvidas e todos os erros de interpretação corrigidos, gerou-se, para cada segmento, um mapa temático na escala aproximada de 1:20.000.

Esses mapas foram obtidos a partir de um mosaico semicontrolado, confeccionado com fotografias aéreas.

2.9 - AVALIAÇÃO DE ÁREA

O método utilizado para avaliação de área foi o da contagem de pontos, distribuídos, ao acaso, sobre uma malha em material transparente da BRUNING, com uma confiabilidade calculada, de 97%.

CAPÍTULO III

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS DE CAMPO

A aplicação dos questionários de campo em 32 propriedades na área de teste de SOLEDADE, por ocasião da execução da missão aerofotográfica, foi muito proveitosa, pois permitiu aos fotointerpretes um conhecimento mais direto da região, capacitando-os para tomadas de decisões na fase de análise e da interpretação das fotografias aéreas. Além disso, permitiu o estabelecimento de uma adequada chave de interpretação, segundo padrões fotográficos bem definidos, para os diversos temas, tendo como base a própria informação de campo.

Com relação à cultura do trigo, as informações levantadas nos questionários e nos trabalhos de campo permitiu a constatação de que é esta a cultura predominante, em questão de área plantada. A grande maioria das propriedades, na área em estudo, adota o sistema de mecanização. Utilizam defensivos e os solos preferenciais para a cultura do trigo são os solos de origem basáltica. Na época desse trabalho de campo, quase todo o plantio de trigo estava no final do estágio de alongação, na fase de emborrachamento. A cultura do trigo apresentava-se em ótimas condições fitossanitárias.

Além da cultura do trigo, pôde-se observar também, em pequenas proporções, a presença das culturas de cevada, colza, linhaça e tremoço.

Nas áreas de pastagem, frequentemente encontrava-se a consorciação azevém-aveia. As áreas ocupadas com mata foram muito poucas e se constituíam em reservas esparsas e pequenas, distribuídas na área teste.

Apesar da predominância de áreas ocupadas com culturas (só a cultura do trigo ocupava 39% de toda a área do segmento SOLEDA DE), constatou-se, também, que existiam áreas desocupadas, as quais estavam em pousio ou em início de preparo para o plantio de soja, na estação seguinte.

3.2 - RESULTADOS DA MISSÃO FOTOGRÁFICA

Os dados obtidos da missão fotográfica foram considerados bons e adequados para os estudos de identificação da cultura do trigo.

Na época em que se realizou o aerolevanteamento, devido a área estar localizada em regiões de altas latitudes, o intervalo de horário permitido para a tomada de fotos, afim de se evitar o fenômeno do "Hot Spot", foi muito pequeno, resultando, portanto, na realização de uma parte da missão fotográfica além desse intervalo permitido. Isto acarretou problemas de degradação do padrão fotográfico, onde certas áreas da fotografia aérea ficaram com super exposição, dificultando a interpretação. O fenômeno tecnicamente denominado "hot spot", de acordo com Heath (1973), consiste numa área elíptica e super exposta, que aparece em fotografias aéreas verticais, num ponto de 180° da direção do sol, conforme mostra o desenho da Figura III.1.

No caso da interpretação dos temas trigo e cevada, houve dificuldades na discriminação desses dois temas quando afetados por aquele fenômeno. Para contornar esse problema, entre duas fotografias adjacentes, e como o "hot spot" ocorria nas bordas das fotografias, escolheu-se aquela onde a ocorrência do fenômeno era menos crítica.

3.3 - IDENTIFICAÇÃO DOS TEMAS

O trigo, cujo aspecto da cultura é mostrado nas Figuras III.2 e III.3 de modo geral, apresentou uma tonalidade magenta escura, aparecendo, todavia, variações desse padrão típico. Como, praticamente,

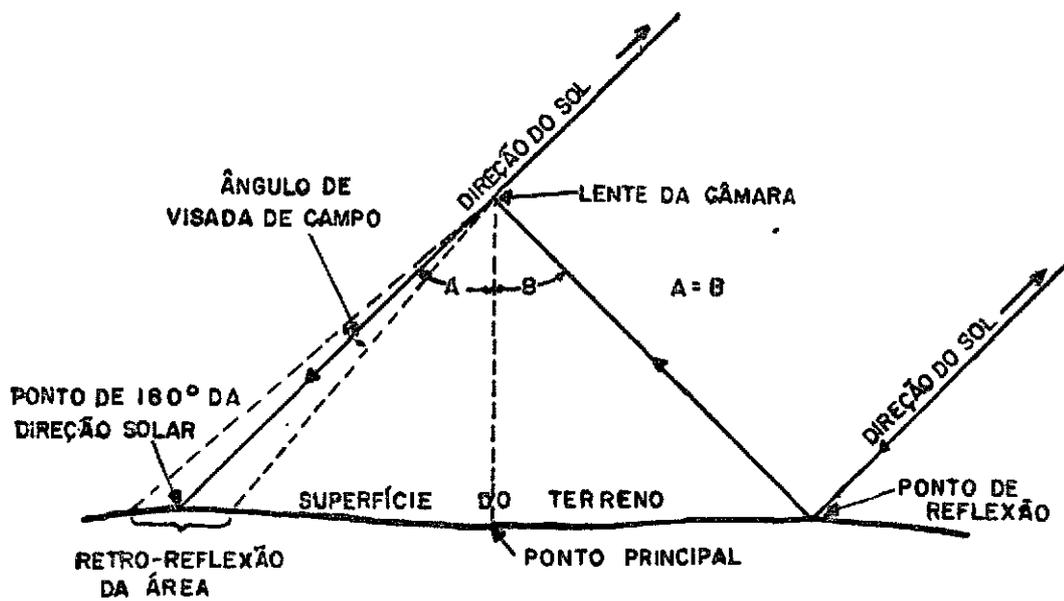


Fig. III.1 - Relações Angulares entre Sol, Câmera, "Hot Spot" e Ponto de Reflexão.

Fonte: Heath (1973), p.1206.

todo trigo plantado nas áreas testes tinha a mesma idade e estava sobre tipos de solo bastante homogêneos, constatou-se que as variações dos diferentes padrões fotográficos estavam relacionados às diferentes variedades plantadas naquela região, conforme pode-se ver na Figura III.4.

Entre as variedades de trigo encontradas na área teste de SOLEDADE, destacaram-se: CNT-7, CNT-9, IAS-55, PAT-19, S-31, MARINGÁ e JACUÍ.

A cultura do trigo, embora com padrão fotográfico bem característico, apresentou alguma confusão com a cultura da cevada, (Figura III.5), principalmente naquelas fotos em que ocorreram o fenômeno "hot spot". Outras vezes, a confusão do padrão fotográfico do trigo ocorreu com áreas de pastagem cultivada. Neste caso, observando-se a textura, pode-se separar os temas trigo e pasto, já que a do trigo era geralmente uniforme, enquanto que as áreas ocupadas com pastagem possuíam uma textura não uniforme e, frequentemente, apresentando início de processo de erosão. Foi muito difícil a identificação do trigo, quando essa cultura apresentava problemas de ervas daninhas.

O tema pousio, além da textura grosseira característica, separou-se do tema solo preparado (textura lisa), por se apresentar mosqueado de tonalidade magenta, com indício de ervas daninhas presentes naqueles talhões.

O tema culturas diversas apresentou um padrão fotográfico muito semelhante ao do pousio. A explicação para esse fato é a seguinte: as culturas que compõem esse tema permitiram expor ao sensor, além da componente vegetal (r_s), a componente de solo (r_p), conforme ficou evidenciado pelas fotos obtidas no trabalho de campo e mostradas nas Figuras III.6, III.7 e III.8, das culturas colza, linhaça e tremoço, respectivamente. Nesse caso, a razão r_p/r_s foi menor que 1 e o valor de f (vide item 2.6) denotou que a influência do solo era marcante.

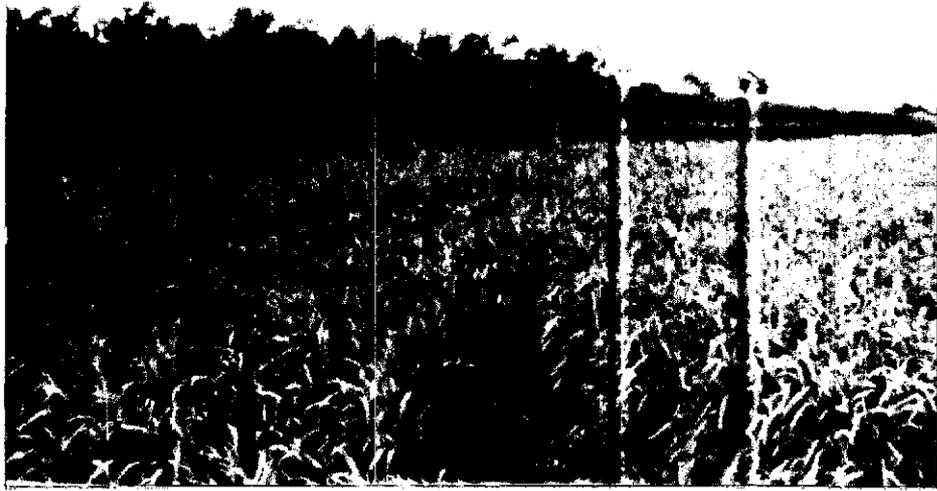


Fig. III.2 - Área ocupada com a cultura do trigo.



Fig. III.3 - Aspecto da cultura do trigo.



Fig. III.4 - Fotografia no infravermelho colorida, mostrando diferentes padrões fotográficos associados a diferentes variedades de trigo: T1 - CNT-7, T2-Mãringã, T3-Jacuí, T4-S-31, T5-PAT-19, T5D-PAT-19 a qual está atacada pela doença "mal do pé".



Fig. III.5 - Área ocupada com a cultura da cevada.



Fig. III.6 - Cultura da colza, em primeiro plano, e cultura do trigo ao fundo.

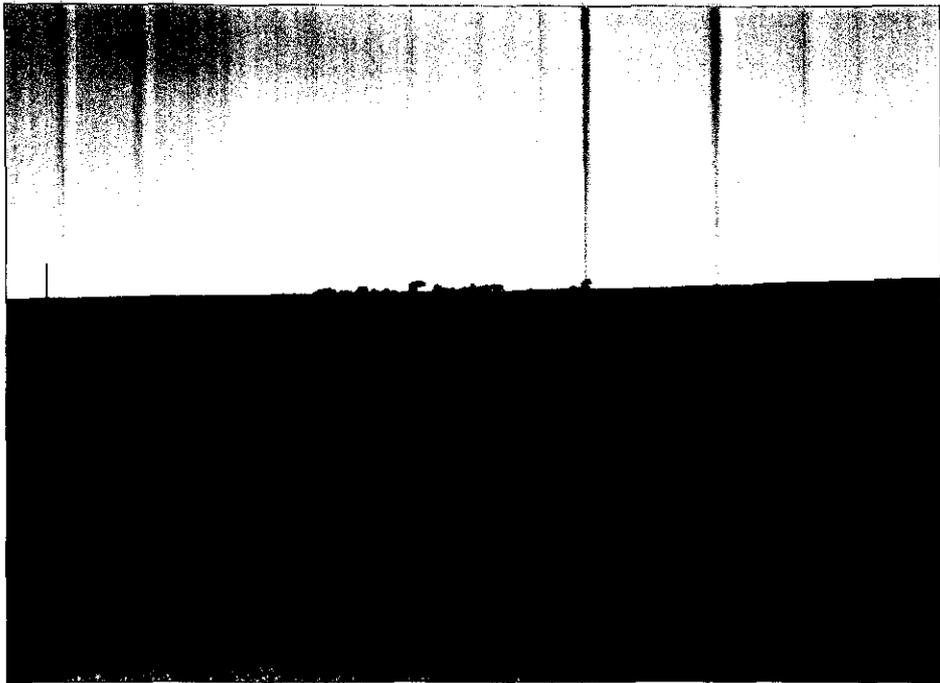


Fig. III.7 - Área ocupada com a cultura de linhaça.

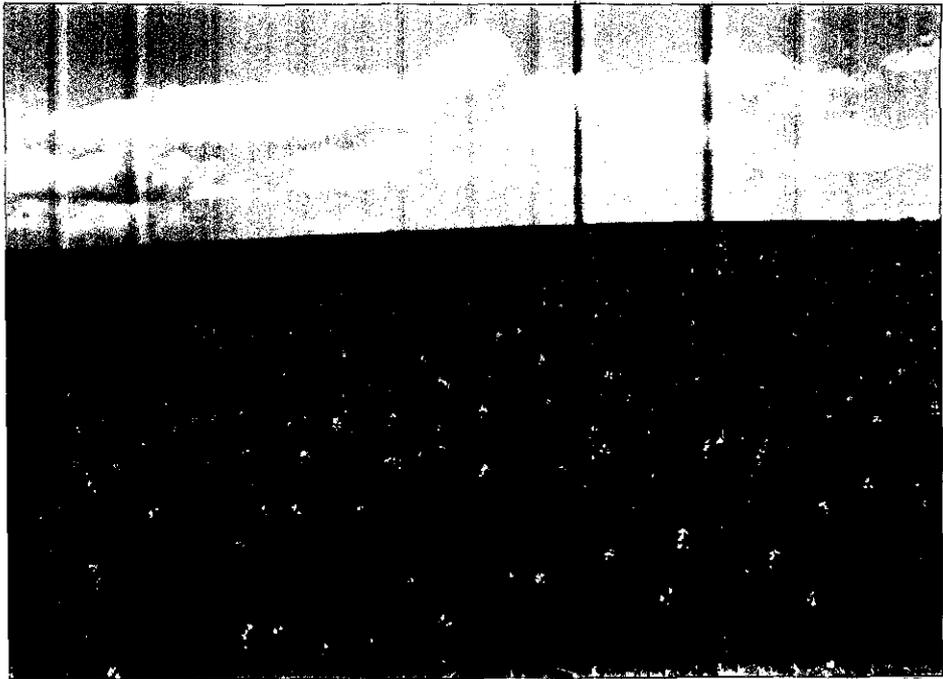


Fig. III.8 - Área ocupada com a cultura de tremoço.

O tema mata (Figura III.9) foi diferenciado do tema reflorestamento (Figura III.10) pela textura, tonalidade, forma geométrica dos talhões e porte das árvores. A mata tem uma textura bem mais grosseira e desuniforme, comparada com a do reflorestamento. A tonalidade fotográfica no infravermelho, no caso do reflorestamento, apresentou um tom magento mais uniforme e mais claro que o da mata. Com relação ao porte das árvores e a forma geométrica dos talhões, o tema reflorestamento sempre apresentou talhões de forma geométrica bem definida, em contraposição ao tema mata, e o porte das árvores do reflorestamento eram frequentemente maiores que das árvores da vegetação natural.

O tema solo preparado (Figura III.11) foi identificado, principalmente, pela tonalidade, que no filme infravermelho falsa cor (Figuras III.2 e III.13) apresentou tonalidade verde e textura lisa.

No tema "outros" foram incluídas as categorias, cuja identificação não correspondiam aos padrões fotográficos dos temas acima discutidos.

As Figuras III.12 e III.13 mostram fotografias, no infravermelho, coloridas, onde pode-se ver padrões fotográficos dos principais temas identificados.

3.4 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE ÁREAS

3.4.1 - ÁREA PILOTO (MUNICÍPIO DA TAPERA)

A Tabela III.1 mostra os resultados de área, obtidos para os diferentes temas identificados e mapeados, a partir das fotografias aéreas.

Conforme pode-se observar na Tabela III.1, 48,45% da área piloto estava ocupada com trigo, constituindo-se o tema dominante. Culturas diversas foi o tema menos representativo em área (0,13%). Isto



Fig. III.9 - Área ocupada com vegetação natural (mata), solo preparado para cultivo e pastagem natural.



Fig. III.10 - Área preparada para cultivo, em primeiro plano, e reflorestamento com eucalipto ao fundo.

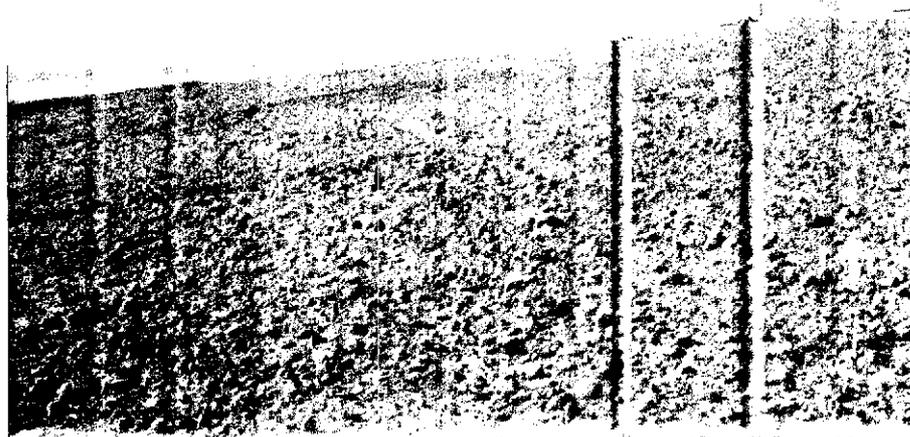


Fig. III.11 - Área de solo preparado para cultivo.

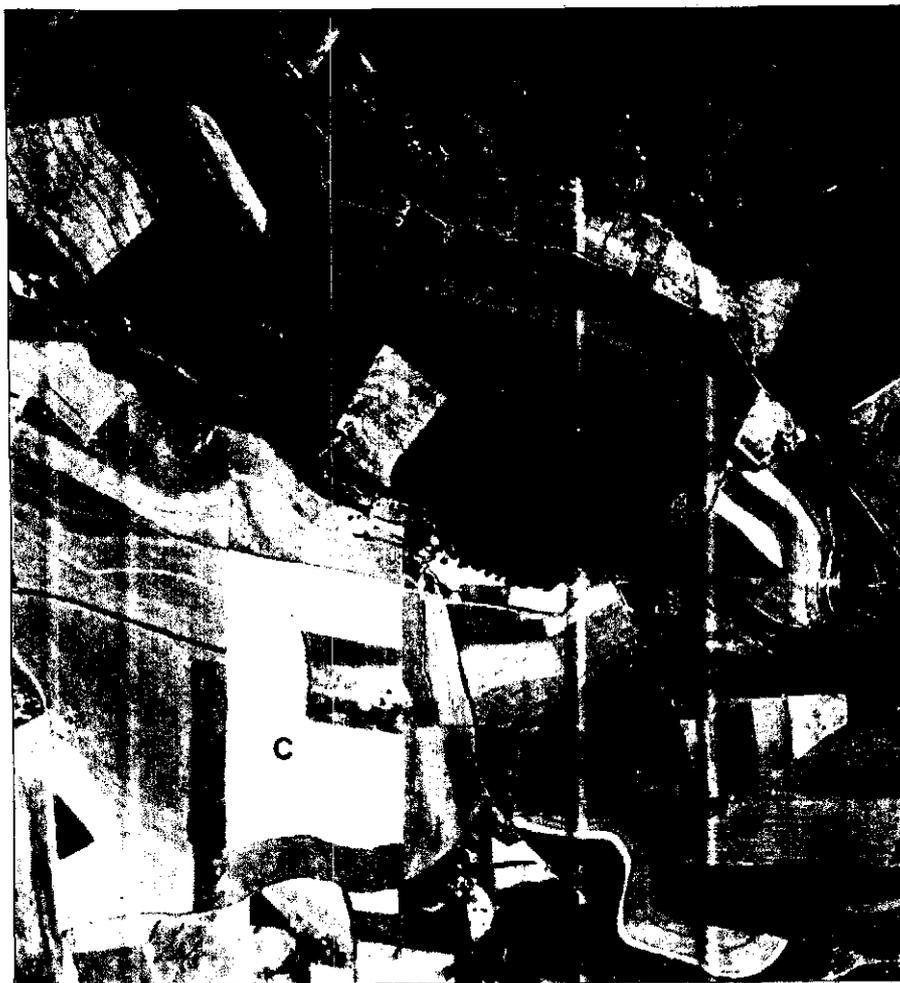


Fig. III.12 - Fotografia no infravermelho colorida, mostrando padrões fotográficos dos temas T-trigo, C-cevada, PS-pousio, SP-solo preparado, P-pastagem, M-mata.



Fig. III.13 - Fotografia no infravermelho colorida, mostrando padrões dos temas T-trigo, C-cevada, CD-culturas diversas (colza), SP-solo preparado, PS-póu sio, P-pastagem, M-mata.

vem demonstrar a tendência dos agricultores da região em optarem pelo plantio do trigo e da soja, cuja opção parece estar em função da infraestrutura creditícia e assistencial existente para aquelas duas culturas da região.

TABELA III.1

RESULTADOS DE ÁREAS EM HECTARES, DOS TEMAS IDENTIFICADOS E MAPEADOS
NA ÁREA PILOTO OBTIDOS A PARTIR DE FOTOGRAFIAS AÉREAS,
NO INFRAVERMELHO, COLORIDAS.

TEMA	ÁREA (Ha)	PERCENTAGEM
Trigo	11.686	48,45
Cevada	814	3,38
Culturas Diversas	31	0,13
Pastagem	1.707	7,08
Pousio	3.469	14,39
Reflorestamento	159	0,66
Mata	1.994	8,27
Solo Preparado	2.935	12,17
Outros	1.320	5,47
	24.115	100,00

A Tabela III.1 mostra, também, que a área tipicamente agrícola, constituída pelos temas TRIGO, CEVADA, CULTURAS DIVERSAS, POUSIO e SOLO PREPARADO, perfaz 79% da área piloto, enquanto os 21% restantes são ocupados com os temas PASTAGEM, REFLORESTAMENTO, MATA e OUTROS.

Segundo informações locais, obtidas em 11 de julho de 1979, junto aos técnicos que trabalhavam na área piloto (município de Tapera), a estimativa da área plantada com trigo foi de 13.000 ha, ou seja, 11% a mais que a obtida através de fotografias aéreas, com as técnicas de sensoriamento remoto em 4 de setembro de 1979.

De acordo com esses mesmos técnicos, foi previsto que, para o ano agrícola de 1979, a área plantada com cevada seria de 2000 ha. Tal estimativa diferiu em 146% a mais da obtida através das fotografias aéreas.

Para o ano agrícola de 1980, a estimativa de área a ser plantada com soja é da ordem de 18.500 ha. Este dado parece ser bastante coerente, considerando-se que as áreas mais prováveis de serem ocupadas com soja serão aquelas que, neste trabalho, constituem os temas TRIGO, POUSSO e SOLO PREPARADO, cuja área total é de 18.090 ha.

Esses resultados demonstram, mais uma vez, a tendência da região para o plantio das culturas de trigo e soja. A tradição de plantio dessas duas culturas permitiu aos técnicos da região uma correta estimativa. Todavia, o erro foi muito alto para a estimativa de cevada, cultura não tradicional na região.

Segundo dado do IBGE (1976), a área oficial do município de Tapera é de 236 km². Nesse trabalho, utilizando-se fotografias aéreas, foi calculado uma área de 241,15 km², ou seja, uma diferença de 2% a mais em relação à área oficial do município.

3.4.2 - SEGMENTO SOLEDADE (MUNICÍPIOS DE TAPERA, SELBACH, VICTOR GRAEFF E ESPUMOSO)

Para o segmento SOLEDADE, abrangendo uma extensão de 78.517 ha, a área estimada com trigo foi da ordem de 42.731 ha, significando que 38,59% desse segmento está ocupado com a cultura do trigo.

Conforme pode-se ver na Figura II.1, a área piloto, constituída pelo município de Tapera, está contida dentro do segmento SOLEDADE. No apêndice A está o mapa desse segmento, onde pode-se ver a distribuição espacial dos 9 temas, cuja legenda é a seguinte:

<u>NOME TEMA</u>	<u>SÍMBOLO</u>
Trigo	T
Cevada	C
Culturas Diversas	CD
Pastagem	P
Pousio	PS
Mata	M
Reflorestamento	R
Solo Preparado	SP
Outros	O

Os mapas dos segmentos SOLEDADE, SANTO ÂNGELO e CRUZ ALTA serão utilizados na segunda fase desse projeto, para treinamento e controle das áreas ocupadas com trigo, ao se utilizar dados do MSS do LANDSAT, os quais serão tratados automaticamente.

A área piloto se destina, além de treinar e controlar as áreas de trigo, realizar um completo estudo do tipo de ocupação do solo.

Por esta razão, foi que se avaliou a área ocupada para cada um dos 9 temas da área piloto e, para o restante do segmento SOLEDADE, foi avaliada somente a área do tema TRIGO.

Dentro do segmento SOLEDADE, a maior concentração da cultura do trigo encontra-se na parte central e leste desse segmento. Na parte oeste, devido às condições de solo e topografia bastante movimentada, predominam os temas mata, pastagem e outros, com áreas muito pequenas ocupadas com trigo.

3.4.3 - CONDIÇÕES FITOSSANITÁRIAS DA CULTURA DO TRIGO

Na Figura III.14 pode-se ver, de acordo com o estágio de desenvolvimento do trigo, as doenças que ocorrem mais frequentemente.

Por ocasião do aerolevanteamento, a cultura do trigo se apresentava em ótimas condições de fitossanidade, com uma baixa percentagem de manifestação de oídio e pulgão da folha. Não foi constatado, até aquela data, nenhuma incidência significativa de praga.

Nas fotografias aéreas, não foi detectada a ocorrência de doenças, salvo em alguns casos, onde se constatou a presença do fungo *Ophiobolus graminis*, que provoca a doença conhecida como "mal do pé", cujo efeito é o estiolamento prematuro da planta. Nesse caso, o padrão fotográfico do trigo foi de um magento escuro, conforme pode-se ver na Figura III.4, identificado pela legenda T5D.

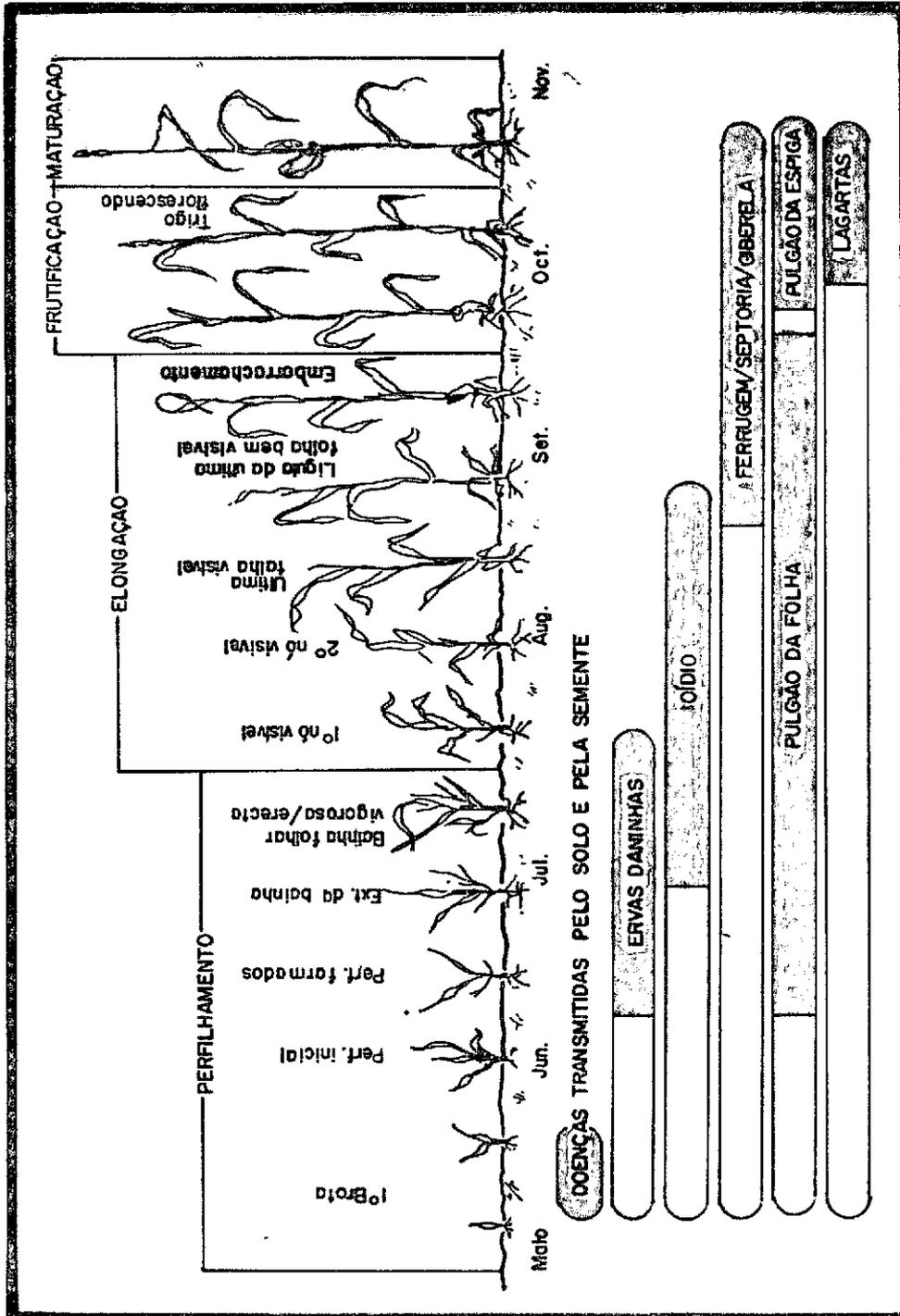


Fig. III.14 - Controle Fitossanitário, de acordo com os estágios de desenvolvimento do Trigo.

Fonte: Cotriza (S.N.T.), p.27.

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES

- 1) A superposição longitudinal de 30% da cobertura aerofotográfica não se mostrou adequada, acarretando problemas para a montagem do mosaico fotográfico;
- 2) O uso de fotografias aéreas coloridas, utilizando filme infravermelho, mostrou-se eficiente e adequado para estudos de identificação e avaliação de áreas ocupadas com a cultura do trigo;
- 3) A diferenciação entre as culturas do trigo e da cevada, quando não afetadas pelo fenômeno "hot spot", foi bem nítida e característica, usando filme Aerochrome 2443;
- 4) As variedades de trigo, cultivadas na área de estudo, apresentaram diferentes tonalidades no filme infravermelho;
- 5) A identificação do tema culturas diversas (colza, tremoço e linhaça) foi difícil por apresentar maior exposição de solo.

BIBLIOGRAFIA

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA. *Mapa de Geomorfologia do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1972. Escala 1:750.000.
- BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria do Serviço Geográfico-DSG. *Região Sul do Brasil. Folha Soledade*. São Paulo, 1972. Escala 1:100.000.
- BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria do Serviço do Exército-DSG. *Região Sul do Brasil. Folha Santo Ângelo*. São Paulo, 1972. Escala 1:100.000.
- BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria do Serviço do Exército-DSG. *Região sul do Brasil. Folha Cruz Alta*. São Paulo, 1972. Escala 1:100.000.
- COTRISA. *Trigo do plantio à comercialização*. S.N.T. (Série Técnica, 2).
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria Técnica. Geografia do Brasil. In: ———. *Região Sul - 5*. Rio de Janeiro, Sergraff - IBGE; 1977, p. 35-75.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro. 1976, V.1, p. 116.
- GATES, D.M. Physical and physiological properties of plants. In: *Remote sensing with special reference to agriculture and foresti*. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1970. Cap.5, p.236.
- HEATH, G.R. Hot spot determination. *Photogrammetric Engineering*, 39(9):1205-1214, Nov. 1973.

MACDONALD, R.B.; HALL, F.G. LACIE an experiment in global crop forecasting. In: NASA. Lacie Symposium, Houston, Texas, 1978, oct. 23-26. Proceedings. p.1-32.

SANTOS, M.G.L. dos, ABRÃO, P.U.R. *Aptidão agrícola dos Solos do Rio Grande do Sul*. Trigo e Soja, boletim técnico da FECOTRIGO, (15): 17-12, ago. 1976.

APÊNDICE A

MAPAS TEMÁTICOS CONTENDO A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CULTURA DO TRIGO



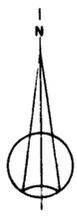
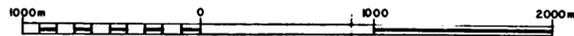
SINAIS CONVENCIONAIS

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| RODOVIAS | LIMITES | Trigo |
| Pavimentada ———— | Internacional ++++++ | SP Solo Preparado |
| Sem Pavimentação ———— | Estadual - - - - - | PS Pousio |
| Caminho Trilha - - - - - | Municipal - - - - - | C Cevada |
| PREFIXO DE ESTRADA | Termitico ———— | P Pastagem |
| Federal (hexagon) | HIDROGRAFIA | M Mata |
| Estadual (circle) | Rio (wavy line) | R Reflorestamento |
| Estrada de Ferro (dashed line) | Lago e Lagoa (irregular shape) | CD Culturas Diversas |
| ÁREA CONSTRUIDA (cross-hatch) | Represa e Açude (dam symbol) | O Outros |

CULTURA DE TRIGO

EDIÇÃO 1980

ESCALA 1:20.000



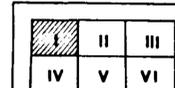
Aerofoto - Setembro 1979
Serviço de Campo - Set/Nov 1979
Foto-interpretação - Out/Dez 1979
Desenho - Fev/Mar 1980

ÍNDICE DA COBERTURA

ROLO	FAIXA	FOTOS
1	1	8280-8284
2	2	8289-8292
3	3	8318-8322
4	4	8328-8332

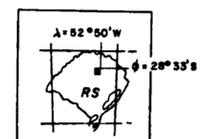
Esta folha foi preparada através de mosaico semicontrolado executado com fotografias aéreas infravermelha false color e carta do Brasil 1:100.000

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS NA CARTA DO BRASIL 1:100.000



CARTA 1:100.000
FOLHA SH.22-V-A-VI
SOLEDADE

LOCAL NO ESTADO





SINAIS CONVENCIONAIS

RODOVIAS

Pavimentada

Sem Pavimentação

Caminho Trilha

PREFIXO DE ESTRADA

Federal

Estadual

Estrada de Ferro

ÁREA CONSTRUÍDA

LIMITES

Internacional

Estadual

Municipal

Temático

HIDROGRAFIA

Rio

Lago e Lagoa

Represa e Açude

Trigo

Solo Preparado

Pousio

Cevada

Pastagem

Mata

Reflorestamento

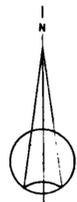
Culturas Diversas

Outros

CULTURA DE TRIGO

EDIÇÃO 1980

ESCALA 1:20.000



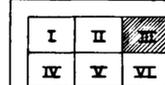
Aerofoto - Setembro/1979
Serviço de Campo - Set/Nov/1979.
Foto-interpretação - Out/Dez/1979.
Desenho - Fev./Mar. 1980.

ÍNDICE DA COBERTURA

ROLO	FAIXA	FOTOS
1	2	8271-8275
3	2	8297-8301
	3	8308-8313
	4	8337-8341

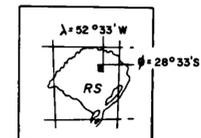
Esta folha foi preparada através de mosaico semicontrolado executado com fotografias aéreas infravermelho falso cor e carta do Brasil 1:100.000

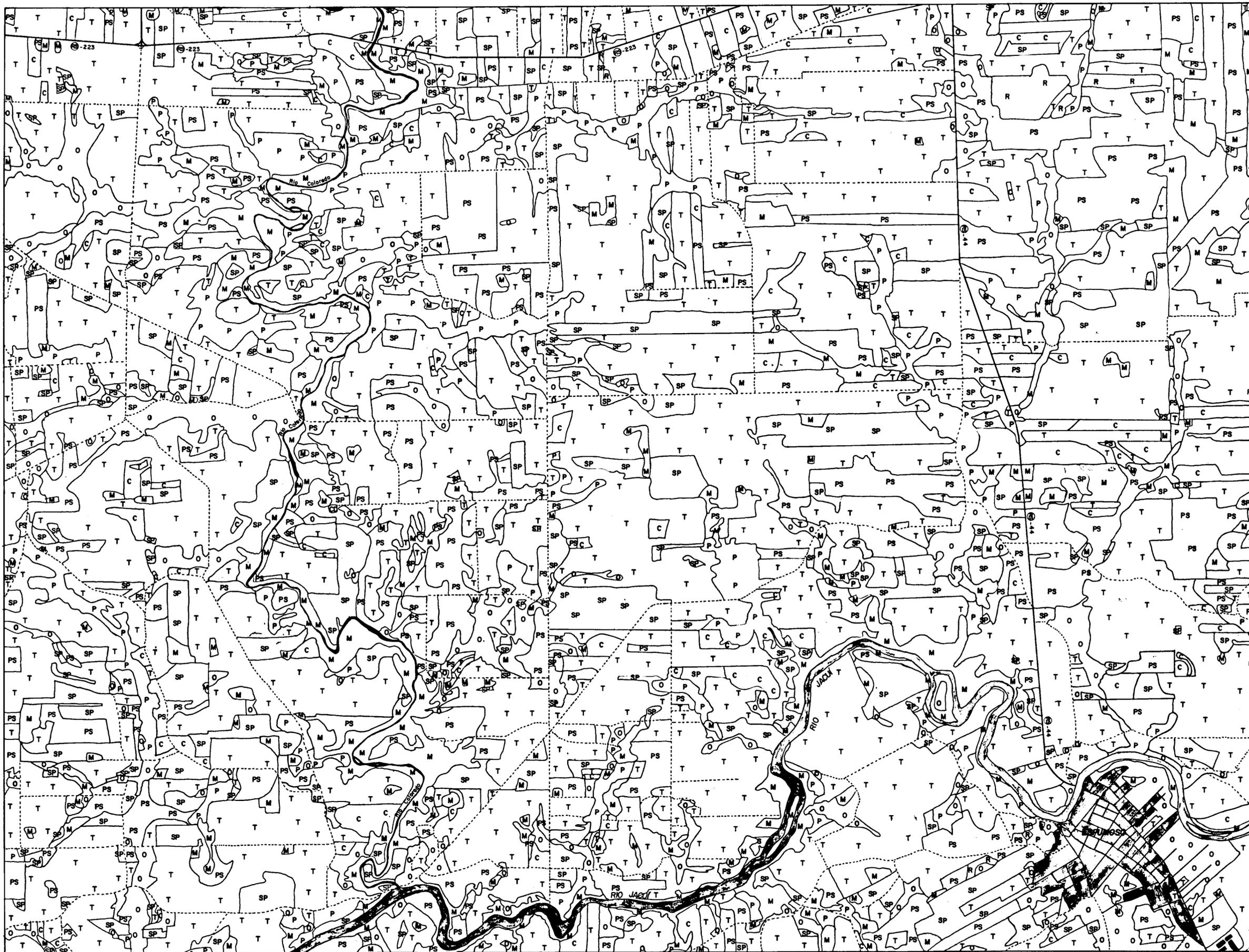
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS NA CARTA DO BRASIL 1:100.000



CARTA 1:100.000
FOLHA SH.22-V-A-VI
SOLEDADE

LOCAL. NO ESTADO





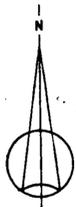
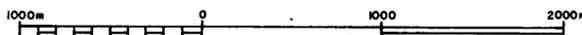
SINAIS CONVENCIONAIS

- | | | |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------|
| RODOVIAS | LIMITES | T Trigo |
| Pavimentada | Internacional | SP Solo Preparado |
| Sem Pavimentação | Estadual | PS Pousio |
| Caminho Trilha | Municipal | C Cevada |
| PREFIXO DE ESTRADA | Tamético | P Pastagem |
| Federal | HIDROGRAFIA | M Mata |
| Estadual | Rio | R Reflorestamento |
| Entrada de Ferro | Lago e Lagoa | CD Culturas Diversas |
| ÁREA CONSTRUÍDA | Represa e Açude | O Outros |

CULTURA DE TRIGO

EDIÇÃO 1980

ESCALA 1:20.000



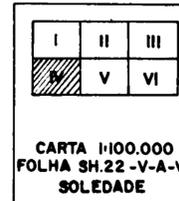
Aerofoto - Setembro 1979
Serviço de Campo - Set/Nov/1979.
Foto-interpretação - Out/Dez. 1979.
Desenho - Fev./Mar. 1980.

ÍNDICE DA COBERTURA

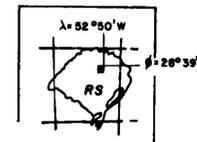
ROLO	FAIXA	FOTOS
-	4	8328-8332
3	8	8357-8361
	6	8367-8370
	7	8394-8398

Esta folha foi preparada através de mosaico semicontrolado executado com fotografias aéreas infravermelha false color e carta do Brasil 1:100.000

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS NA
CARTA DO BRASIL 1:100.000



LOCAL. NO ESTADO





SINAIS CONVENCIONAIS

RODOVIAS

Pavimentada

Sem Pavimentação

Caminho Trilha

PREFIXO DE ESTRADA

Federal

Estadual

Estrada de Ferro

ÁREA CONSTRUÍDA

LIMITES

Internacional

Estadual

Municipal

Temático

HIDROGRAFIA

Rio

Lago e Lagoa

Represa e Açude

T Trigo

SP Solo Preparado

PS Pousio

C Cevada

P Pastagem

M Mata

R Reflorestamento

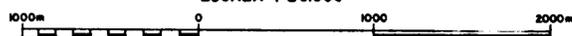
CD Culturas Diversas

O Outros

CULTURA DE TRIGO

EDIÇÃO 1980

ESCALA 1:20.000



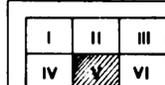
Aerofoto - Setembro 1979
Serviço de Campo - Set/Nov. 1979.
Foto Interpretação - Out/Dez. 1979.
Desenho - Fev./Mar. 1980

ÍNDICE DA COBERTURA

ROLO	Faixa	FOTOS
4	5	8333-8337
3	6	8361-8366
	6	8371-8375
	7	8390-8393

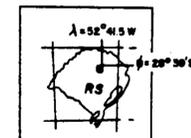
Esta folha foi preparada através de mosaico semicontrolado executado com fotografias aéreas infravermelha falso cor e carta do Brasil 1:100.000

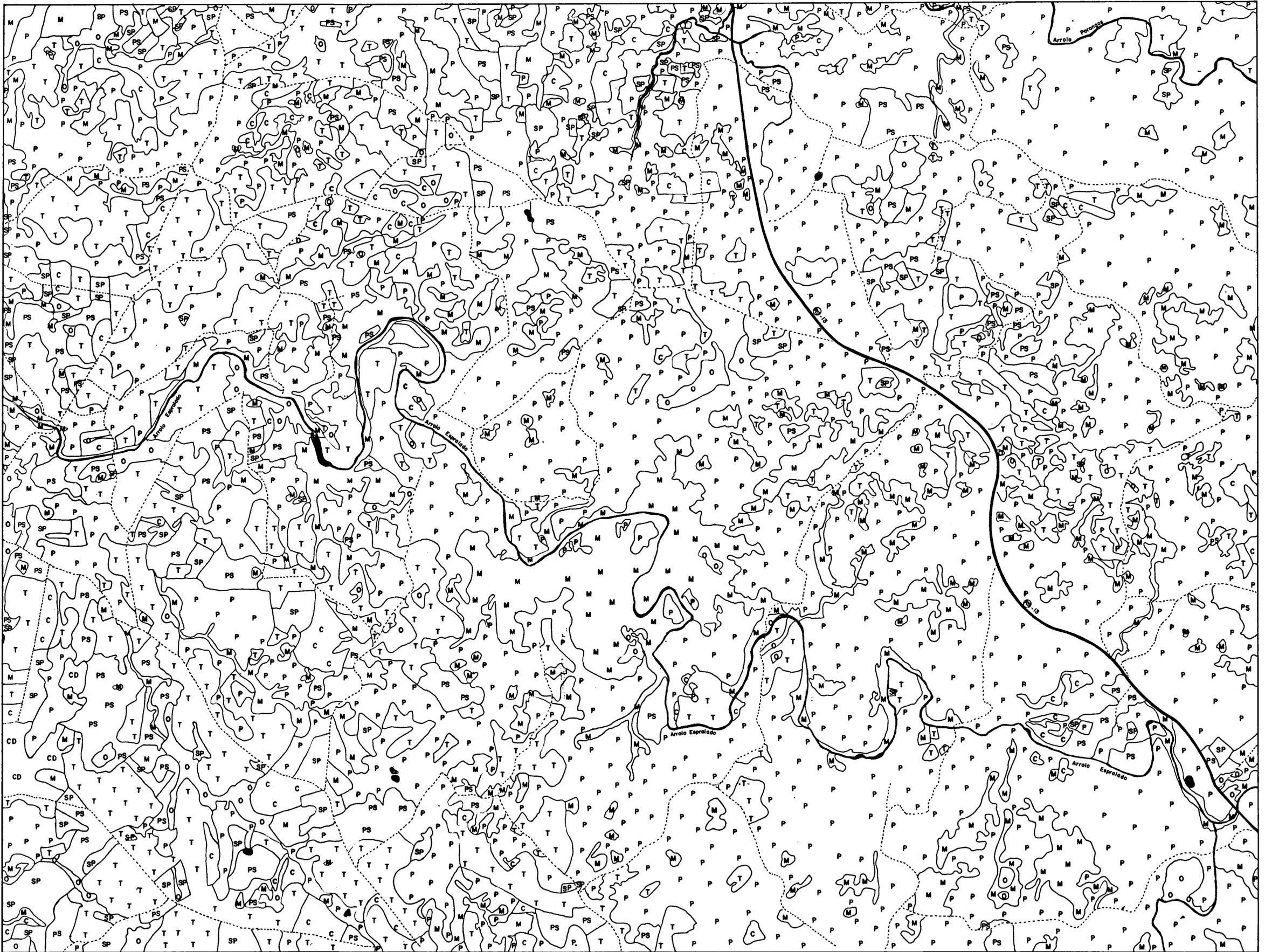
ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS NA CARTA DO BRASIL 1:100.000



CARTA 1:100.000
FOLHA SH.22-V-A-VI
SOLEDADE

LOCAL NO ESTADO





SINAIS CONVENCIONAIS

- | | | |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------|
| RODOVIAS | LIMITES | T Trigo |
| Pavimentada ———— | Internacional ++++++ | SP Solo Preparado |
| Sem Pavimentação ———— | Estadual - - - - - | PS Pousio |
| Caminha Trilha - - - - - | Municipal - - - - - | C Cevada |
| PREFIXO DE ESTRADA | Tamítico ———— | P Pastagem |
| Federal | HIDROGRAFIA | M Mata |
| Estadual | Rio | R Reflorestamento |
| Estrada de Ferro ++++++ | Lago e Lagoa | CD Culturas Diversas |
| ÁREA CONSTRUÍDA | Represa e Açude | O Outros |

CULTURA DE TRIGO

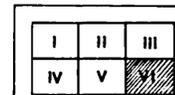
EDIÇÃO 1980

ESCALA 1:20.000



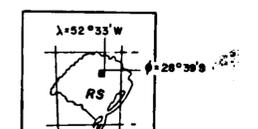
Esta folha foi preparada através de mosaico semicontrolado executado com fotografias aéreas infravermelho false color e carta do Brasil 1:100.000

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS NA CARTA DO BRASIL 1:100.000



CARTA 1:100.000
FOLHA SH.22-V-A-VI

LOCAL. NO ESTADO



ÍNDICE DA COBERTURA

ROLO	FAIXA	FOTOS
4	6	8337-8341
3	5	8347-8351
6	6	8375-8380

Aerofoto - Setembro 1979
Serviço de Campo - Set/Nov/1979.
Foto-Interpretação - Out/Dez. 1979.
Desenho - Fev./Mar. 1980.