

ROBERTO CASSOL

Identificação e Capacidade de Discriminação do Uso da
Terra, Através da Interpretação Visual, Entre as
Bandas Espectrais do TM Landsat 5

Dissertação submetida à consideração da
Comissão Examinadora, como requisito
parcial à obtenção do Título de Mestre
em Ciências Florestais — MSc, no Curso
de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

1988

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

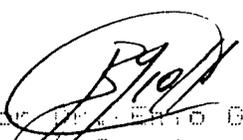
P A R E C E R

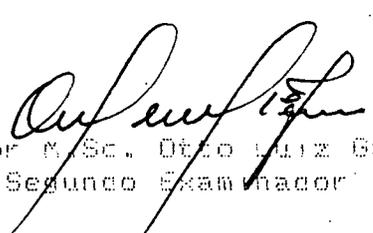
Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato ROBERTO CASSOL, sob o título "IDENTIFICAÇÃO E CAPACIDADE DE DISCRIMINAÇÃO DO USO DA TERRA, ATRAVÉS DA INTERPRETAÇÃO VISUAL, E ENTRE AS BANDAS ESPECTRAIS DO TM LANDSAT 5.", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de concentração: MANEJO FLORESTAL, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

Observação:

O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 11 de fevereiro de 198


Professor Dr. Elio Diotto
Primeiro Examinador


Professor M.Sc. Otto Luiz Gentzel
Segundo Examinador


Professor Dr. Flavio Felipe Kirchner
Presidente da Comissão



Aos meus irmãos,
Norberto e Margarete;
Aos meus pais,
Abilio e Palmira,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realização do presente Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

A CAPES, pela bolsa de estudos concedida durante o período de realização do curso.

Ao Prof. Adj. Dr. Flavio Felipe Kirchner, pelo empenho dedicado na orientação deste trabalho.

Aos Prof. Adj. Dr. Attilio A. Disperatti, Prof. Adj. Dr. Enio Giotto, co-orientadores, e demais professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas do Setor de Fotointerpretação e Fotogrametria do Departamento de Engenharia Rural da UFSM: Prof. Adj. Dr. José Sales Mariano da Rocha, Prof. Adj. Ms.C. Oscar L.M. de Carvalho, Prof^a. Adj. Ms.C. Anilda Back da Silva, Prof. Adj. Ms.C. Argentino José Aguirre, Prof. Assist. Ms.C. Hugo O. Migliore, Prof^a. Assist. Maria Aparecida de Araujo Mariano da Rocha, Prof. Assist. Ms.C. Rudiney Soares Pereira e ao Eng^o. Florestal Ms.C. Pedro Roberto de Azambuja Madruga, pelo auxílio e incentivo na presente pesquisa.

Aos colegas de curso, pela solidificação dos laços de amizade.

A Secretária do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Ag. Adm. Maria de Lour-

des da Silva Wos pelo empenho demonstrado em suas atividades profissionais dentro do curso.

A Reci Fernandes da Silva Martins, pela datilografia deste trabalho; aos desenhistas Lídio Fonseca Medeiros e Arthur Hector Cunha; ao Secretário do Departamento de Engenharia Rural, Sr. Elizidério Guimarães de Almeida, e a Técnica em Cartografia Maria Goretti da Cunha Ferraz.

A todas as pessoas que de uma forma ou outra colaboraram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ROBERTO CASSOL, filho de Abilio Cassol e Palmira Rosa Dallalana Cassol, nasceu aos vinte e cinco dias do mês de fevereiro do ano de mil novecentos e cinqüenta e três, no Município de Faxinal do Soturno, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

De 1960 a 1966 cursou o primário no Colégio Estadual São Domingos Sávio, Vila Santos Anjos, Município de Faxinal do Soturno e, de 1967 a 1971, cursou o ginásial e, de 1973 a 1978, os estudos de 2º Grau (Científico) no Colégio Estadual Dom Antonio Reis, na Cidade de Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul.

Em março de 1979 ingressou no Curso de Geógrafo da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria,RS, onde colou grau em 19 de dezembro de 1982.

Em 1981 ingressou no Curso de Licenciatura em Geografia, da mesma universidade, onde colou grau em dezembro de 1983.

Em agosto de 1983 iniciou o Curso de Especialização em Interpretação de Imagens Orbitais e Sub-Orbitais, da Universidade Federal de Santa Maria, tendo defendido a monografia em 22 de março de 1985.

Em março de 1986 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia florestal, área Manejo Florestal, da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, PR, a nível de Mestrado, encerrando o curso na presente data com a defesa desta dissertação de tese.

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo principal a avaliação qualitativa do potencial de interpretação de temas do uso da terra, nas sete bandas do sensor TM do LANDSAT 5 e, ainda, de uma composição infravermelha falsa cor. Para a realização desse trabalho, selecionou-se quatro áreas-teste de tamanho 5' x 5', localizadas no Rio Grande do Sul. Na metodologia de interpretação identificaram-se alvos que, em função de análises de aerofotogramas verticais e, com inspeção à campo, foram efetuadas a sua classificação. Posteriormente, foi procedida em cada banda a análise do alvo, visando estabelecer o comportamento do mesmo em cada faixa espectral. De maneira complementar, realizou-se um estudo quantitativo de correspondências entre os temas de uso da terra e as classes de tonalidades identificadas em cada banda. Este estudo foi efetuado por um processo de amostragem sistemática, sendo que a qualificação do uso da terra foi realizada sobre a imagem falsa cor. Por amostragem sistemática aplicada sobre os aerofotogramas de 1975 e a composição infravermelha falsa cor de 1986, foram quantificadas as áreas das terras nas áreas-teste, com o objetivo de avaliar o comportamento do uso da terra no seu conjunto. Na análise da evolução do uso da terra verificou-se, no período de 10 anos, uma redução significativa das áreas de campo, com o conseqüente acréscimo de áreas de cultivos agrícolas. As florestas permaneceram praticamente inalteradas, apresentando, inclusive, um pequeno acréscimo. Com respeito à correspondência entre os níveis de cinza e uso da terra, foi possível estabelecer quantitativamente em percentagem, as tonalidades apresentadas por tema, nas sete bandas estudadas. Com relação à interpretação visual, observou-se que as bandas 2, 3, 4 e 7 tiveram um bom resultado na identificação das florestas; para os cultivos agrícolas, os melhores resultados foram obtidos com as bandas 2 e 3 e, para os campos, as melhores bandas foram 2, 3, 5 e 7. Para a rede viária, as melhores bandas foram 2 e 3 e, para a rede de drenagem, as melhores bandas foram 3, 5 e 7. Com a composição falsa cor, as bandas 2, 3 e 4 apresentaram os melhores resultados para os temas considerados.

SUMMARY

The research had as its main objective the qualitative evaluation of the interpretation potential of land use in the seven TM sensor bands of the LANDSAT 5 and of the false color infrared composition. Four test-areas of five by five minutes in the State of Rio Grande do Sul were used. Targets were classified through the analysis of vertical air-photograms and by field inspection. The targets were analyzed for each sensor band with the aim of establishing its behaviour under each spectral interval. In addition, a quantitative study of the relations between land uses and the tonality classes identified in each band was conducted. This study was carried out through a sampling process, being the land use qualification based on false color images. Through sampling applied on air-photograms of 1975 and the false color infrared composition of 1986, the lands of the test-areas were quantified aiming to evaluate the land use behaviour in its bulk. In the analysis of land use evolution, it was verified that, within 10 years, there was a significant reduction in grassland area, with the expected increase in cropped areas. Forested areas remained almost without change, showing a small increase. With respect to the relation between the levels of graytones and land, it was possible to establish the tonalities as percentage for each land use, for the seven bands studied. With respect to the visual interpretation, it was observed that bands two, three, four and seven showed good identification results for forests. For cropped areas the best results were observed for bands two and three. For grassland areas the best were two and three. For the drainage ways the best bands were three, five and seven. With the false color composite, in bands two, three and four, the best results for the themes considered were obtained.

INDICE

AGRADECIMENTOS	III
BIOGRAFIA DO AUTOR	V
RESUMO	VI
SUMMARY	VII
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE FIGURAS	XIV
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISAO DA LITERATURA	3
2.1 - PROGRAMA LANDSAT	3
2.1.1 - Objetivos	3
2.1.2 - Evolução dos Satélites LANDSAT	3
2.1.3 - Características do Sensor TM	6
2.2 - APLICAÇÕES DAS IMAGENS TM NO LEVANTAMENTO DE RECUR- SOS NATURAIS	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA	14
3.1.1 - Localização	14
3.1.2 - Clima	16
3.1.3 - solos	16
3.1.4 - Vegetação natural	16
3.2 - MATERIAL	17
3.2.1 - Material cartográfico	17
3.2.2 - Material de interpretação visual	19
3.2.3 - Material para trabalho de campo	19
3.3 - MÉTODOS	19
3.3.1 - Áreas-teste	19
3.3.2 - Medotologia de interpretação visual das ima- gens TM	20

3.3.3 - Análise da correspondência - uso da terra/ classe de tonalidade	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 - ANÁLISE QUALITATIVA DA INTERPRETAÇÃO VISUAL	26
4.1.1 - Interpretação visual do uso da terra	26
4.1.2 - Análise da banda 1	31
4.1.3 - Análise da banda 2	36
4.1.4 - Análise da banda 3	40
4.1.5 - Análise da banda 4	44
4.1.6 - Análise da banda 5	49
4.1.7 - Análise da banda 7	53
4.1.8 - Análise da banda 6	57
4.1.9 - Análise da composição falsa cor nas bandas 2, 3 e 4	61
4.2 - ANÁLISE QUANTITATIVA	66
4.2.1 - Evolução do uso da terra entre 1975 - 1986.	66
4.2.2 - Correspondência quantitativa entre o uso da terra e as classes de tonalidades	69
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	75
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXO I	81

LISTA DE TABELAS

TABELA	1 - Bandas espectrais e resoluções espaciais dos subsistemas sensores do LANDSAT 1	4
TABELA	2 - Bandas espectrais e resoluções espaciais dos subsistemas sensores do LANDSAT 2	4
TABELA	3 - Bandas espectrais e resoluções espaciais dos subsistemas sensores do LANDSAT 3	5
TABELA	4 - Bandas espectrais do sensor TM do LANDSAT 5 e equivalentes no sistema MSS	7
TABELA	5 - Cartas topográficas - DSG, Rio Grande do Sul, 1975	17
TABELA	6 - Aerofotogramas, em escala aproximada de 1:110.000	18
TABELA	7 - Imagens do TM do LANDSAT 5	18
TABELA	8 - Cores e tonalidades segundo a classificação ISCC-NBS	21
TABELA	9 - Cores segundo a classificação do ISCC-NBS	22
TABELA	10 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 1	27
TABELA	11 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 2	27
TABELA	12 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 3	28
TABELA	13 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 4	28
TABELA	14 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 5	29
TABELA	15 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 6	29
TABELA	16 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 7	30
TABELA	17 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na composição colorida falsa cor, nas bandas 2, 3 e 4	30

TABELA 18 - Quantificação do uso da terra - 1975	67
TABELA 19 - Quantificação do uso da terra - 1986	67
TABELA 20 - Evolução do uso da terra no conjunto das áreas- teste	67
TABELA 21 - Percentual do uso da terra, por tonalidades, na banda 1	69
TABELA 22 - Percentual do uso da terra, por tonalidades, na banda 2	70
TABELA 23 - Percentual do uso da terra, por tonalidades, na banda 3	70
TABELA 24 - Percentual do uso da terra, por tonalidades, na banda 4	70
TABELA 25 - Percentual do uso da terra, por tonalidades, na banda 5	71
TABELA 26 - Percentual do uso da terra, por tonalidades, na banda 6	71
TABELA 27 - Percentual do uso da terra, por tonalidades, na banda 7	71

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- Percentagem de reflectância por comprimento de onda	8
FIGURA 2	- Localização dos Municípios e as respectivas áreas-teste e da imagem de satélite segundo o mapa índice do Sistema Universal de Referência (WRS - World Reference System, 1986) no Estado do Rio Grande do Sul	15
FIGURA 3	- Áreas-teste do Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 1, em escala aproximada 1:100.000	32
FIGURA 4	- Áreas-teste do Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 1, em escala aproximada 1:100.000 .	33
FIGURA 5	- Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 2, em escala aproximada 1:100.000	37
FIGURA 6	- Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 2, em escala aproximada 1:100.000 .	38
FIGURA 7	- Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 3, em escala aproximada 1:100.000	41
FIGURA 8	- Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 3, em escala aproximada 1:100.000 .	42
FIGURA 9	- Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 4, em escala aproximada 1:100.000	45
FIGURA 10	- Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 4, em escala aproximada 1:100.000 .	46
FIGURA 11	- Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 5, em escala aproximada 1:100.000	50
FIGURA 12	- Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 5, em escala aproximada 1:100.000 .	51
FIGURA 13	- Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 7, em escala aproximada 1:100.000	54
FIGURA 14	- Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 7, em escala aproximada 1:100.000 .	55
FIGURA 15	- Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 6, em escala aproximada 1:100.000	58

FIGURA 16 - Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 6, em escala aproximada 1:100.000 .	59
FIGURA 17 - Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na composição falsa cor 2, 3 e 4, em escala aproximada 1:100.000	62
FIGURA 18 - Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na composição falsa cor 2, 3 e 4, em escala aproximada 1:100.000	63

1. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto, realizado através de imagens de satélites, é um recurso presente em diversos campos do conhecimento humano e da pesquisa.

As imagens provenientes dos satélites da série LANDSAT, têm passado por várias fases de aprimoramento (LANDSAT 1, 2, 3, 4 e 5), cada uma com características tecnológicas de construções diferentes, mas sempre atendendo a um propósito para a sua época servindo, hoje, para comparações, em estudos de evolução.

Recentemente um novo sensor, o mapeador temático TM (Thematic Mapper) foi colocado nos LANDSAT 4 e 5 em adição ao Sensor MSS (Multi Spectral Scanner), anteriormente utilizado. O Sensor TM possui mais recursos que os anteriores: detecta a energia refletida em 6 (seis) bandas estreitas situadas nas regiões do visível e infravermelho refletido e, uma banda larga, situada na região infravermelho termal emitido.

A introdução desse satélite, nos procedimentos de avaliação de recursos da superfície terrestre, abriu uma perspectiva de análise sistemática de uma série de fatores que se relacionam com a evolução da paisagem. Permite uma caracterização tão rápida quanto a um único ciclo de evolução de uma cultura, visto que o período de repetitividade deste sistema é de 16 dias. Assim, as informações registradas a cada passagem do satélite possibilitam discriminar diferentes usos da terra e seus respectivos estágios evolutivos.

As imagens LANDSAT podem ser analisadas de duas formas: a

interpretação visual e a interpretação automática via computador.

No Brasil, atualmente, verifica-se um avanço na técnica da interpretação automática de dados. Entretanto, a difusão desta metodologia é ainda limitada em razão dos altos custos da mesma, em termos operacionais e de equipamentos.

Em contrapartida, a interpretação visual que é de simples utilização, não requer equipamentos sofisticados e apresenta baixo custo operacional, vindo satisfazer plenamente o levantamento de temas.

Justifica-se o desenvolvimento desse trabalho em quatro áreas teste, localizadas nos Municípios de Santiago, Tupanciretã, Mata e Jaguarí - RS, por apresentarem diferentes tipos de relevo e diversidade no uso da terra. A primeira área teste é a região de campo natural com sistema de criação de gado extensiva. A segunda, com maior predominância de agricultura, onde se desenvolve a cultura do soja em propriedades relativamente grandes. A terceira tem como característica marcante a cultura do arroz irrigado e, a última, tipicamente com minifúndios e relevo mais acentuado, onde se desenvolvem culturas de soja e milho.

Em vista do exposto, o objetivo deste estudo foi:

- Avaliar qualitativa e quantitativamente o comportamento de culturas agrícolas, florestas naturais e exóticas e pastagens, nas sete bandas espectrais do Sensor TM, de mesma data e local, e uma composição colorida.

Para atender ao objetivo acima, os procedimentos foram:

- Determinação da melhor banda para identificação de cada tema nas áreas-teste propostas;

- Elaboração de uma chave de interpretação visual para os temas, nas áreas-teste consideradas.

2. REVISAO DA LITERATURA

2.1 - PROGRAMA LANDSAT

2.1.1 - Objetivos

O Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE (1979) cita que são vários os objetivos do Programa LANDSAT, dentre os quais o principal refere-se à obtenção de dados de recursos naturais da superfície terrestre, em caráter repetitivo e de maneira eficiente, através de sensores remotos instalados em plataformas orbitais.

SUDESUL (1978) comenta que o Programa LANDSAT, estabelecido pela NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA), através desta tecnologia, permite a execução do mapeamento de forma acessível, rápida e econômica, independente das condições locais de clima e relevo, exceto a presença de nuvens no local imageado pelo sensor.

2.1.2 - Evolução dos Satélites LANDSAT

MARTINI (1985) cita o LANDSAT 1 como o primeiro satélite de sensoriamento remoto, o qual lançado pela NASA em julho de 1972, era dotado de dois subsistemas sensores, o rastreador multiespectral (MSS) e um conjunto de três câmaras vidicon (RBV), e que operou até 1975, conforme apresenta a TABELA 1.

O LANDSAT 2, lançado ainda em 1975, manteve a configuração

do MSS, descritos na TABELA 2.

TABELA 1 - Bandas espectrais e resoluções espaciais dos subsistemas sensores do LANDSAT 1.

LANDSAT 1		
	R B V	M S S
Canal (μm)	1 : 0,475 - 0,575	4 : 0,5 - 0,6
	2 : 0,580 - 0,680	5 : 0,6 - 0,7
	3 : 0,690 - 0,830	6 : 0,7 - 0,8
		7 : 0,8 - 1,1
Resolução (m)	80	80

FONTE: Citado por MARTINI (1985).

TABELA 2 - Bandas espectrais e resoluções espaciais dos subsistemas sensores do LANDSAT 2.

LANDSAT 2		
	R B V	M S S
Canal (μm)	1 : 0,475 - 0,575	4 : 0,5 - 0,6
	2 : 0,580 - 0,680	5 : 0,6 - 0,7
	3 : 0,690 - 0,830	6 : 0,7 - 0,8
		7 : 0,8 - 1,1
Resolução (m)	80	80

FONTE: Citado por MARTINI (1985).

Em 1978 foi lançado o LANDSAT 3 que apresenta no subsistema MSS, um canal na faixa do infravermelho termal (10,4 - 12,6 μ m), de conformidade com o referido na TABELA 3.

TABELA 3 - Bandas espectrais e resoluções espaciais dos subsistemas sensores do LANDSAT 3.

LANDSAT 3		
	R B V	M S S
Canal (μ m)	1 : 0,505 - 0,750	4 : 0,5 - 0,6 5 : 0,6 - 0,7 6 : 0,7 - 0,8 7 : 0,8 - 1,1 8 : 10,4 - 12,6
Resolução (m)	30	80 (Canal 8) 234

FONTE: Citado por MARTINI (1985).

Em julho de 1982, foi lançado o LANDSAT 4 que manteve a configuração do MSS e marcou o advento de uma nova geração de sensores orbitais através do mapeador temático TM (Thematic Mapper), com características técnicas superiores ao MSS, principalmente no que se refere à resolução espacial e a números e intervalos das bandas espectrais. A mesma configuração foi mantida para o LANDSAT 5, lançado em 1985.

Neste mesmo sentido, o US GEOLOGICAL SERVICE AND NOAA (1984) cita que os principais objetivos da NASA no desenvolvimento do sensor TM dos satélites LANDSAT 4 e 5 são:

- Avaliar a capacidade do TM na melhoria da obtenção de

dados sobre recursos da terra;

- Proporcionar aos usuários transição de dados MSS para dados de alta resolução TM;

- Permitir a recepção contínua dos dados por outras nações, além dos Estados Unidos;

- Demonstrar a aplicabilidade do novo sistema operacional do satélite de recursos da terra, incluindo a transferência da administração e manejo do LANDSAT 4 para a NATIONAL OCEANIC ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA).

2.1 3 - Características do Sensor TM

O Sensor TM, segundo NOVAES & MARTINI (1982), está baseado na tecnologia do Sensor MSS (Multispectral Scanner) e, além de ser o principal sensor a bordo do LANDSAT 5, trata-se, também, do primeiro sensor de uma segunda geração de sistemas desenvolvidos para observações.

Esse imageador, possuindo sete bandas diferentes, integra dados superficiais de elementos de resolução do terreno de 30 x 30 metros, em seis bandas espectrais (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7), sendo que a banda seis apresenta a resolução 120 x 120 metros, de acordo com a TABELA 4 (GARCIA, 1984).

NOVAES & MARTINI (1982) ainda citam que, as bandas espectrais do TM, são mais estreitas que as do sensor MSS e permitem a coleta de dados nas regiões do visível, duas bandas na região do infravermelho próximo, uma banda no infravermelho médio e outra no infravermelho termal.

A órbita do LANDSAT 5 é sol-síncrona com horário de passagem sobre o Brasil entre 9h 30min e 10 h.

Segundo US - GEOLOGICAL SERVICE AND NOAA (1984), o LANDSAT 5 opera a 705 km de altitude, com uma cobertura de faixa do ter-

reno de 184 x 185 km e com recobrimento da terra a cada 16 dias.

TABELA 4 - Bandas espectrais do sensor TM do LANDSAT 5 equivalentes no sistema MSS.

M S S			TM		
Banda	Intervalo espectral (μm)	Elemento de resolução (m)	Banda	Intervalo espectral (μm)	Elemento de resolução (m)
-	-	-	1	0,45 - 0,52	30
4	0,50 - 0,60	80	2	0,52 - 0,60	30
5	0,60 - 0,70	80	3	0,63 - 0,69	30
6	0,70 - 0,80	80	-	-	-
7	0,80 - 1,10	80	4	0,76 - 0,90	30
-	-	-	5	1,55 - 1,75	30
-	-	-	6	10,40 - 12,5	120*
-	-	-	7	2,08 - 2,35	30

FONTE: Citado por GARCIA (1984).

* Banda correspondente no espectro eletromagnético ao infravermelho.

A FIGURA 1, segundo a mesma fonte, apresenta as principais aplicações de cada canal, com as diferentes percentagens de reflexão em intervalos de comprimento de onda, com relação à vegetação seca, vegetação verde e solos permitindo, desta forma, mostrar mais adequadamente o uso de cada canal para cada tipo de estudo.

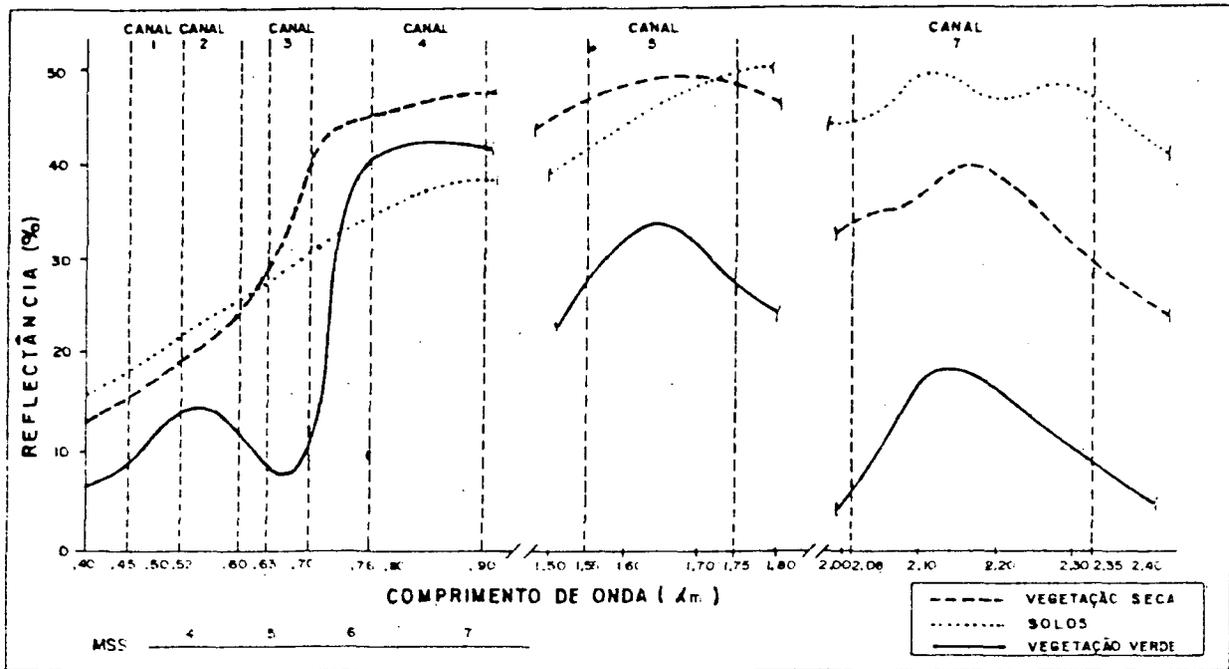


FIGURA 1. - Percentagem de reflectância por comprimento de onda.

FONTE: Citado por MADRUGA (1986).

2.2 - APLICAÇÕES DAS IMAGENS TM NO LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS

A distribuição das bandas do TM e as principais aplicações para as quais foram projetadas, segundo CREPANI (1983), são as seguintes:

- Banda 1: 0,45 a 0,52 μm visível - projetada para mapeamentos de águas costeiras, diferenciação entre solo e vegetação e diferenciação entre tipos de vegetais;

- Banda 2: 0,52 a 0,60 μm visível - projetada para estudos de reflectância de vegetação sadia;

- Banda 3: 0,63 a 0,69 μm visível - é o canal mais importante para estudos de vegetação. É a banda de absorção de clorofila, sendo projetada para separar zonas com ou sem vegetação, bem como enfatizar o contraste entre diferentes tipos de vegetação.

ção;

- Banda 4: 0,76 a 0,90 μm infravermelho refletido - projetado para auxiliar nos trabalhos que envolvam cálculos de biomassa e discriminação de corpos d'água;

- Banda 5: 1,55 a 1,75 μm infravermelho refletido - fornece informações a respeito da umidade da vegetação, tipo de cultura, umidade do solo e permite a separação entre nuvens e neve;

- Banda 6: 10,4 a 12,5 μm infravermelho termal - projetada para auxiliar na classificação vegetal, análise de "stress" na vegetação, observação sobre umidade de solos e outros mapeamentos de fenômenos termais;

- Banda 7: 2,08 a 2,35 μm infravermelho refletido - projetado para mapeamentos de formações rochosas.

BARTOLUCCI et alii (1977) constataram que as maiores diferenças nas respostas espectrais entre águas túrbidas (99 mg/l de sólidos suspensos) e águas límpidas (10 mg/l de sólidos suspensos), ocorrem na região de 0,6 a 0,7 μm que corresponde aos canais MSS 5 e TM 3, onde se encontram as maiores diferenças entre as respostas espectrais. Estes autores constataram também que, para corpos d'água túrbidos (100 mg/l de sólidos suspensos), a reflectância do fundo não afeta a resposta espectral da água, em profundidades superiores a 30 cm.

BADWAR et alii (1984), citados por LUCHIARI (1986), consideram que os "pixels" de borda dificultam a detecção de limite entre classes identificadas nas imagens do MSS/LANDSAT. Esses autores afirmam que a resolução espacial do TM/LANDSAT permitem distinguir com maior precisão a área ocupada por uma determinada classe de uso do solo.

Realizando simulações do TM/LANDSAT, NELSON et alii (1984) obtiveram alguns resultados promissores para a diferenciação da cobertura vegetal. As combinações das bandas 3, 4, 5 ou 7 são

as melhores para a discriminação das classes de uso da terra. A banda azul proporciona resultados satisfatórios para os estudos de caráter caducifólios das coníferas. As duas bandas no infravermelho médio contém a maioria das informações espectrais para a diferenciação de classe de cobertura de uso do solo.

A partir de simulações do TM/LANDSAT, DOTTAVIDO & DOTTAVIDO (1984) avaliando a cobertura vegetal de banhados ("Wetlands"), sugerem que a melhor combinação de bandas para a classificação de padrões de vegetação é constituída das que rastreiam a faixa do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio do espectro eletromagnético. Verificaram ainda que a banda 5, permitiu a discriminação entre a vegetação de banhado inundado e de não inundado. Esta capacidade de separação está relacionada ao conteúdo de água nas folhas das espécies de vegetação de banhado inundado.

Utilizando-se como imagem básica de interpretação a banda 3 do TM 5, AFLOVEM/UFES (1985), concluiu que esta banda presta-se para identificação de grupos homogêneos de vegetação, sendo que a classificação por espécie necessitou de um processo de re-ambulação.

MADRUGA (1986) concluiu que é viável a identificação de Pinus spp. e Eucaliptus spp. utilizando dados do TM, nas bandas 3, 4 e 5.

Simulando dados para discriminação de agricultura, com as bandas espectrais do TM, TOWNSHEND (1984) constatou que em termos de potencial discriminatório das mesmas, uma composição ótima de 3 bandas como a indicada pela análise de divergência, incluiria uma no visível, preferencialmente a banda 3, uma no infravermelho próximo, particularmente a banda 4 e outra no infravermelho médio ou distante. No caso de obter-se o melhor entre as 4 bandas, incluiria-se as mesmas e mais o infravermelho

distante.

SANTOS (1986), realizou estudos para a avaliação de sistemas de manejo, levantamento e uso da terra na região Sudoeste do Estado do Paraná, entre os Municípios de Foz do Iguaçu e Santa Terezinha do Itaipu. Utilizando fotografias aéreas pancromáticas e composições coloridas TM/LANDSAT, verificou que os sistemas de manejo apresentam, em regra geral, as mesmas características tonais, espectrais, texturais e cores que permitem a sua visualização. Foi possível, também, caracterizar as seguintes classes de uso da terra: culturas, solo descoberto, pastagens, florestas, áreas construídas e áreas indiscriminadas.

Na interpretação das composições coloridas TM, não foi possível a separação dos cultivos de soja e do milho em função dos vários estágios de desenvolvimento em que se encontravam essas culturas.

Realizando o mapeamento e a quantificação do uso da terra com dados do TM, PEREIRA (1986), obteve resultados satisfatórios, considerando o nível I de classificação proposta por ANDERSON (1976), que são as nove classes de uso da terra (nível I):

- 1) Terra Urbana ou Construída
- 2) Terra Agrícola
- 3) Pastagem
- 4) Terra Florestal
- 5) Água
- 6) Terra Úmida
- 7) Terra Árida
- 8) Tundra
- 9) Neve ou Gelo Perene

Referindo-se às potencialidades das imagens orbitais, BERNARDI & MENEZES (1985) citam que as desvantagens das imagens MSS em várias aplicações na pesquisa de recursos terrestres, resul-

tam principalmente da sua baixa resolução espacial, permitindo que, somente áreas relativamente grandes possam ser avaliadas, no posicionamento desfavorável das bandas e na limitada extensão da cobertura espectral (0,5 a 1,1 μm). Com o TM, as sete bandas melhoraram consideravelmente todas essas deficiências, abrangendo boa parte do espectro útil do sensoriamento remoto.

Comparando as imagens TM com as fotografias aéreas, comentam que a alta resolução espacial do TM (30 m), com exceção da banda termal (120 m), possibilita aplicações a nível de escalas fotográficas (1:25.000), permitindo que pequenas áreas possam ser investigadas, facilitando a comparação de suas análises com aerofotogramas.

BERNARDI & MENEZES (1975) ainda afirmam que existem bandas específicas para avaliação de água, vigor de vegetação, diferenciação de espécies vegetais, "stress" botânico, minerais de alteração e determinação de propriedades termais. As combinações excelentes com as sete bandas são mais facilmente obtidas com o TM, do que era antes com as imagens do MSS.

Porém, composições coloridas, equivalentes aos filmes fotográficos coloridos normais e infravermelho em falsa cor podem ser obtidas com as quatro primeiras bandas do TM. As outras duas bandas do infravermelho (5 e 7), sensíveis aos materiais como hidroxilas e água, mostram-se potencialmente favoráveis a estudos de solos expostos com conteúdo variável de umidade.

Identificando áreas irrigadas, na Região de Guaíra (SP), através de imagens digitais TM/LANDSAT, FILHO et alii (1986), concluíram que, em áreas com características ambientais semelhantes a essas, os dados TM/LANDSAT são úteis não só para o cadastramento de áreas irrigadas, mas também para a determinação entre culturas irrigadas. A identificação do tipo de cultura irrigada, entretanto, é uma tarefa complexa, cuja abordagem não

foi ainda desenvolvida. Para essa identificação, seria necessário contar com variáveis espectrais, com informações sobre a variação temporal do comportamento da cultura ao longo do seu ciclo vegetativo, bem como com o estudo das relações espectrais solo/planta.

O número de bandas espectrais do mapeador temático TM, bem como a resolução radiométrica fina para as bandas de reflexão, permitem novas abordagens temáticas e quantitativas do contexto hidrológico. Assim, a banda TM 5 (1,55 - 1,75 μm) é apropriada para análise do conteúdo de umidade das folhas e do solo. A banda TM 7 (2,08 - 2,35 μm) está centrada na banda de absorção do íon OH, sendo portanto propícia para mapeamento de solos argilosos, segundo MARTINI (1985).

No trabalho realizado por ATAMAN et alii (1986), são discutidas as classificações de imagens LANDSAT MSS e TM, na Fazenda Estadual de Altinova, em Anatólia Central, na Turquia. Essa Fazenda é uma das 30 áreas-piloto para testar as análises das respostas espectrais das plantações de trigo, áreas de pouso e florestas naturais, no projeto UZALBEK.

Segundo o autor, o maior problema encontrado foi o alto número de pixels de borda misturados, devido aos pequenos tamanhos de campos, como também a identificação das respostas espectrais das imagens MSS para o trigo e alguma vegetação natural. O primeiro problema foi resolvido pelo desenvolvimento de uma técnica, a qual discriminou pixels de borda e pixels puros, e classificou-os diferentemente. A solução do problema de respostas similares não pode ser solucionada, usando-se apenas dados do MSS unitemporais. Entretanto, os dados do TM, especificamente a banda 5, trouxeram melhores capacidades discriminatórias.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

3.1.1 - Localização

As áreas-teste escolhidas para desenvolver o estudo do uso da terra, pertencem aos Municípios de Santiago, Tupanciretã, Mata e Jaguari - RS, sendo Santiago e Jaguari situados na região fisiográfica das Missões, Mata na Região da Depressão Central e Tupanciretã na Região do Planalto Central do Estado do Rio Grande do Sul, de conformidade com FORTES (1979).

As quatro áreas-teste possuem uma superfície de 7.631,2500 ha cada uma, correspondendo ao tamanho de 5' x 5' e estão compreendidas entre as seguintes coordenadas geográficas:

- A área-teste do Boqueirão (Santiago), está localizada entre 29° 15' e 29° 20' de latitude sul e entre 54° 55' e 55° 00' de longitude oeste;

- Área-teste do Passo dos Veados (Jaguari) localiza-se entre 29° 30' e 29° 35' de latitude sul e entre 54° 55' e 55° 00' de longitude oeste;

- Área-teste do Espinilho Grande (Tupanciretã) localiza-se entre 28° 55' e 29° 00' de latitude sul e entre 54° 15' e 54° 20' de longitude oeste;

- Área-teste do Passo do Toropi (Mata) localiza-se entre 29° 35' e 29° 40' de latitude sul e entre 54° 30' e 54° 35' de longitude oeste.

A FIGURA 2 ilustra a localização dos Municípios e respectivas áreas-teste e da imagem de satélite segundo o mapa índice do Sistema Universal de Referência (WRS - World System, 1986), no Estado do Rio Grande do Sul.

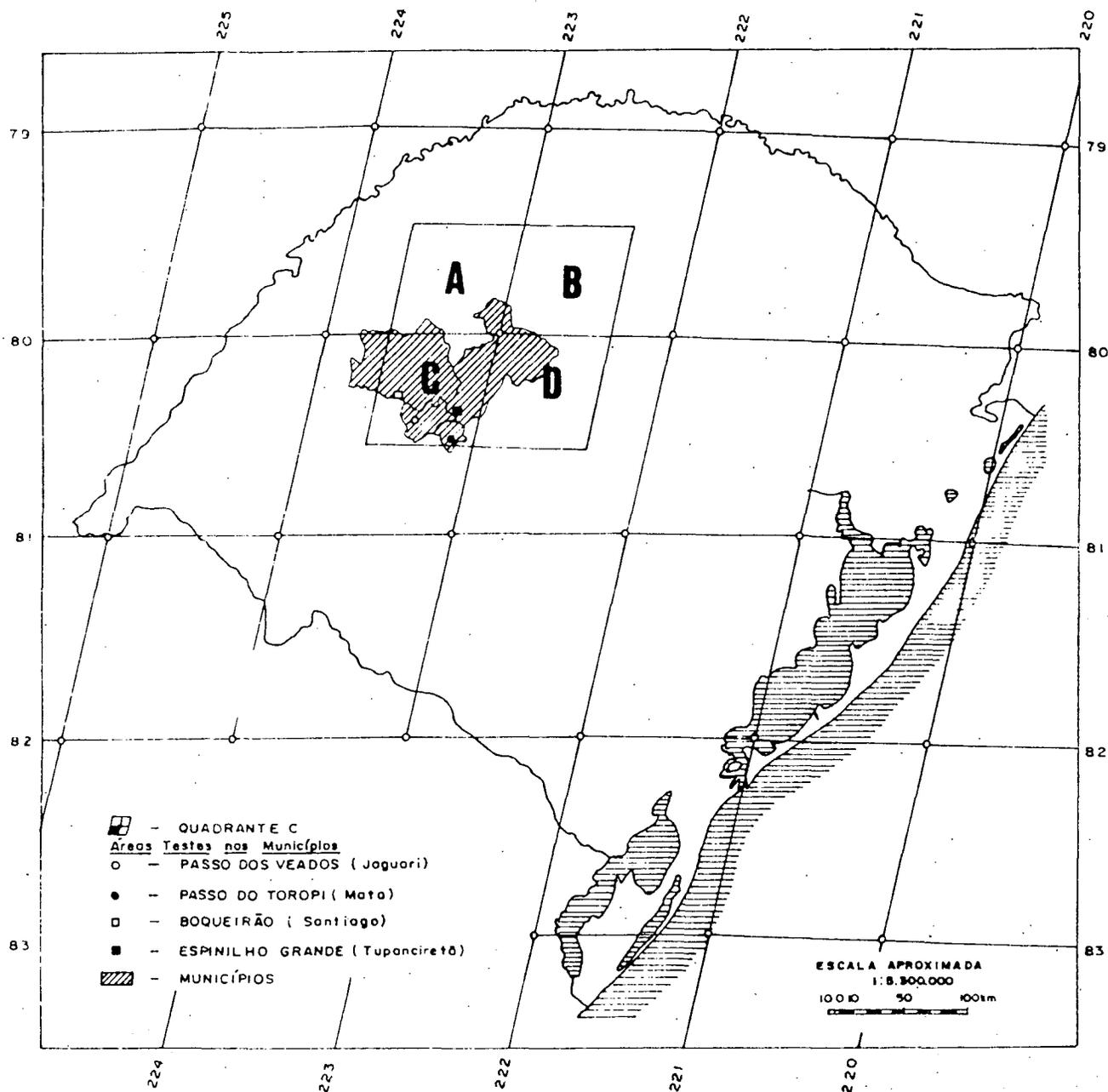


FIGURA 2 - Localização dos Municípios e as respectivas áreas-teste e da imagem de satélite segundo o mapa índice do Sistema Universal de Referência (WRS - World Reference System, 1986), no Estado do Rio Grande do Sul.

3.1.2 - Clima

Segundo a classificação de W. KÖEPPEN (1984), o clima é "Cfa", caracterizado por ser temperado úmido, apresentar chuvas durante todos os meses do ano com 1.660 mm de precipitação média anual, sendo em média, a temperatura do mês mais quente, superior a 22°C, e a do mês mais frio, superior a 3°C.

3.1.3 - Solos

Nas áreas-teste encontram-se as seguintes unidades de solos:

- Unidade de Mapeamento Guassupi, caracterizados por solos litólicos, distróficos, textura média, relevo forte ondulado, substrato de basalto, pouco desenvolvidos, rasos e bem drenados;

- Unidade de Mapeamento São Pedro, apresenta solos profundos avermelhados, textura superficial arenosa, friáveis, bem drenados, relevo ondulado e substrato arenito;

- Unidade de Mapeamento Vacacaí, caracteriza-se por um planossol, textura média, relevo plano e suavemente ondulado, substrato sedimentos aluviais recentes. Nessa unidade predomina solos mal e imperfeitamente drenados, bastante influenciados pela presença de água, condicionada pelo relevo, o que ocasiona fenômenos de redução, como desenvolvimento no perfil de cores cinzentas, características de gleização, segundo o LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DOS SOLOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 1973.

3.1.4 - Vegetação natural

Na sua maioria, a vegetação natural é composta pela Floresta Subtropical Pluvial (Latifoliada), onde também ocupa lugar

a Floresta de Galeria ou Ciliar, que acompanha os cursos d'água em toda sua extensão. Há, ainda, ocorrência dos Campos Naturais com vegetação de gramináceas (HUECK, 1972).

3.2 - MATERIAL

3.2.1 - Material cartográfico

3.2.1.1 - Cartas topográficas

Foram utilizadas quatro cartas topográficas, escala 1:50.000, elaboradas pela Diretoria do Serviço Geográfico, cujos índices de nomenclatura e mapa índice são, respectivamente, apresentados na TABELA 5.

TABELA 5 - Cartas topográficas - DSG, Rio Grande do Sul, 1975.

Folhas	Índice de nomenclatura	Mapa índice
Nova Esperança	SH.21-X-D-II-3	2946/3
Boa Esperança	SH.21-X-D-V-1	2963/1
Mata	SH.21-X-VI-1	2964/1
Rincão dos Fragas	SH.21-X.B.VI-3	2930/3

3.2.1.2 - Aerofotogramas

Os doze aerofotogramas utilizados pertencem ao vôo efetuado pela Aerofoto Cruzeiro S.A., em escala aproximada de

1:110.000, de maio de 1975. As faixas de vôo e sua numeração no Fotoíndice do Rio Grande do Sul, constam na TABELA 6.

TABELA 6 - Aerofotogramas, em escala aproximada de 1:110.000.

Faixa	Aerofotogramas
13	576, 577 e 578
15	1097, 1098 e 1099
16	1051, 1052, 1053, 1055, 1056 e 1057

3.2.1.3 - Imagens LANDSAT 5 TM

Foram utilizadas oito imagens TM do LANDSAT 5, com as seguintes especificações, descritas na TABELA 7.

TABELA 7 - Imagens TM do LANDSAT 5.

Bandas	WRS	Quadrante	Data
1	223/80	C	22.01.1986
2	223/80	C	22.01.1986
3	223/80	C	22.01.1986
4	223/80	C	22.01.1986
5	223/80	C	22.01.1986
6	223/80	C	22.01.1986
7	223/80	C	22.01.1986
2/3/4	223/80	C	22.01.1986

3.2.2 - Material de interpretação visual

Para as tabelas de interpretação visual das imagens, foram utilizados os materiais seguintes:

- Estereoscópio de bolso;
- Filme infravermelho para projetor;
- Poliéster Herculene "Mate" um lado;
- Lápis dermatográfico;
- Mesa de luz;
- Lupa iluminada;
- Material de desenho.

3.2.3 - Material para trabalho de campo

Realizou-se o trabalho de campo, utilizando-se os materiais relacionados abaixo:

- Máquina fotográfica;
- Binóculos;
- Curvímetro;
- Caderneta para anotação de campo.

3.3 - MÉTODOS

3.3.1 - Áreas-teste

Para a realização da pesquisa, foram definidas quatro áreas-teste, distribuídas de tal maneira, a obter-se a representatividade de todas as classes de uso da terra ocorrentes na região abrangida pela imagem, bem como fosse considerada a variação de tonalidades.

Para a seleção das áreas teste, levou-se em consideração dois critérios básicos: o uso da terra e o relevo. Estes são os critérios que melhor definem a capacidade de interpretação das imagens TM do LANDSAT 5. As áreas selecionadas foram:

a) Área-teste do Boqueirão - caracterizada essencialmente por campos naturais e matas ciliares com sistema de pecuária extensiva. O relevo possui uma declividade média de 7,99%;

b) Área-teste do Espinilho Grande - apresenta a predominância de agricultura, onde se desenvolve a cultura do soja, com propriedades relativamente grandes e o mínimo de matas. A declividade média dessa área é de 7,24%;

c) Área-teste do Passo dos Veados - onde desenvolve-se a atividade de agricultura em minifúndios, com culturas de soja e milho, e uma menor predominância de campos e matas ciliares. Nesta área a declividade média é de 4,72%;

d) Área-teste do Passo do Toropi - tem como característica marcante a cultura do arroz irrigado e em segundo lugar, os campos. A declividade média dessa área é de 2,97%.

3.3.2 - Metodologia de interpretação visual das imagens TM

3.3.2.1 - Definição da escala de tonalidade

A escala de tonalidades de cinza que consta na legenda das imagens TM foi dividida em cinco grupos, recebendo a seguinte denominação:

CE - cinza escuro;

CME - cinza médio escuro;

CM - cinza médio;

CMC - cinza médio claro;

CC - cinza claro.

3.3.2.2 - Caracterização das tonalidades de cores

Para se inserir as tonalidades e cores aos padrões internacionais, fez-se as correspondências de cores e tonalidades apresentadas pela Inter Society Color Council - National Bureau of Standards (ISCC - NBS), fornecidos pelo Manual of Color Aerial Photography of the AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY (1968), apresentadas na TABELA 8

TABELA 8 - Cores e tonalidades segundo a classificação ISCC-NBS.

Tonalidades	Notação ISCC - NBS	Notação Munsell
Cinza escuro	267, Black	N 0,8
Cinza médio escuro	265, med, Gy	3,3 Gy 5,4/0,1
Cinza médio	264, I, Gray	6,7 Y 7,4/0,2
Cinza médio claro	189, B white	9,2 B 9,1/1,2
Cinza claro	263 white	2,5 PB 9,5/0,2

A classificação ISCC - NBS é baseada em "chips" de cores que abrangem todo o espectro visível. Os "chips" são numerados de 1.V.Pink a 267.Black, mostrando variações de cores e tonalidades que abrangem os níveis do "arco-iris", região visível, e, respectivamente, as nuances do cinza que variam de preto ao branco.

Na composição falsa cor, as cores analisadas receberam a mesma escala ISCC - NBS, cujos resultados são apresentados na TABELA 9.

TABELA 9 - Cores segundo a classificação do ISCC - NBS.

Cores	Número
Preto	267
Marrom	59 - d.Br
Vermelho alaranjado	36 - deep. r.o.
Azul médio	168 - brill.g.B
Azul claro	171 - V.l.g.G

3.3.2.3 - Elaboração das chaves de interpretação visual

Na elaboração da chave de interpretação visual, para a identificação de florestas, campos, cultivos agrícolas, rede viária e rede de drenagem, em cada banda das imagens TM, o elemento de reconhecimento principal foi a tonalidade, além de outros, tais como: textura, forma e limites para discernir alvos confusos. Foi necessário, porém, quando se tratou das imagens TM, levar em consideração outros aspectos temporais e espaciais. Deste modo, a elaboração da chave de interpretação teve início com base nas respostas espectrais dos alvos nas diferentes bandas, relacionando-as posteriormente com a época de tomada de imagens e com a forma e a distribuição dos alvos que compõem a cena imageada. Conseguiu-se assim, definir os diversos alvos do uso da terra, para as áreas-teste propostas.

3.3.3 - Análise da correspondência - uso da terra/classe de tonalidade

3.3.3.1 - Interpretação visual e caracterização do uso da terra nas áreas-teste

Para proceder o estudo quantitativo da correspondência entre uso da terra e a classe de tonalidade nas sete bandas multi-espectrais do TM, foi efetuado o levantamento do uso da terra nas quatro áreas selecionadas.

A legenda básica, apresentou quatro classes de uso da terra:

- 1) Florestas - naturais e implantadas;
- 2) Campos - pastagens e várzeas não cultivadas;
- 3) Agricultura - arroz e soja;
- 4) Outros - estrados, rios, etc.

De acordo com ANDERSON (1976) estas classes são perfeitamente identificáveis, em imagens orbitais, considerando-se o nível I de classificação.

Com o objetivo de caracterizar o uso da terra, foram utilizados aerofotogramas e a imagem TM, em composição infravermelho falsa cor nas bandas 2/3/4, de modo simultâneo, sendo que o procedimento de interpretação resultou no seguinte:

a) Os aerofotogramas pancromáticos preto e branco, foram considerados como elementos testemunhas na identificação dos alvos de florestas, campos, cultivos agrícolas, estradas, rede de drenagem e rede viária;

b) Os alvos foram interpretados em função dos critérios tonalidade, textura e forma, de acordo com o exposto por ROCHA (1978), juntamente com um processo de reambulação;

c) Para a interpretação dos aerofotogramas de 1975, estu-

dou-se a natureza dos alvos e foi realizado, na seqüência, a interpretação visual da imagem TM - composição colorida falsa cor, elaborando-se uma correspondência entre a cor e a classe de uso da terra.

3.3.3.2 - Amostragem para quantificação do uso da terra

A quantificação do uso da terra foi realizada considerando-se o conjunto das quatro áreas-teste.

Neste processo avaliou-se a cobertura das classes de uso da terra, em 1975, sobre os aerofotogramas e em 1986, sobre a composição colorida falsa cor, nas bandas 2, 3 e 4, utilizando-se uma rede de 16 pontos/cm², seguindo-se os procedimentos da amostragem sistemática por pontos, explanada por GIOTTO (1986), com a precisão sendo avaliada pelo erro da amostragem. A expressão do erro de amostragem é a seguinte:

$$E = \sqrt{\frac{(1 - p) t^2}{n \cdot p}}$$

onde:

p = proporção de elementos na amostra;

n = número total de pontos da amostra;

t = nível de probabilidade.

A amostragem de 1986 é de característica independente da amostragem de 1975, não havendo remedição de pontos.

3.3.3.3 - Amostragem para análise da correspondência entre as classes de tonalidade e as classes de uso da terra

A partir da amostragem para quantificação aplicada sobre a imagem TM, foi definida uma outra amostragem de intensidade me-

nor, cujo objetivo foi quantificar os níveis de cinza nas imagens TM. A densidade foi de um ponto por cm^2 .

3.3.3.4 - Correspondência entre as classes da tonalidade do uso da terra

Com a segunda amostragem aplicada sobre a imagem TM, nas bandas 2/3/4, foi obtida, por um processo de interpretação do ponto, a classe de uso da terra, à qual o ponto pertence. Na sequência, esta grade foi reaplicada, sucessivamente, sobre as imagens multiespectrais 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, onde foram analisadas, ponto a ponto, as tonalidades respectivas.

Desta forma, pôde-se analisar quantitativamente, o nível de diferenciação entre um tema e outro, bem como quais as bandas mais apropriadas para a interpretação de um ou outro tema.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - ANÁLISE QUALITATIVA DA INTERPRETAÇÃO VISUAL

4.1.1 - Interpretação visual do uso da terra

Procedendo-se a análise dos tons de cinza, de acordo com a escala pré-estabelecida e, efetuando-se a correlação visual com elementos do uso da terra, identificados nas imagens, foram elaboradas chaves de interpretação visual para identificar e classificar os principais grupos de uso da terra, de forma abrangente.

As TABELAS de 10 a 17 apresentam, para cada banda, respectivamente, a chave de interpretação visual e o comportamento dos grupos de uso da terra, realizando-se, posteriormente, uma análise do potencial de interpretação por banda considerada.

O ANEXO I apresenta as interpretações de tonalidades em cada área-teste e em cada banda.

TABELA 10 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 1.

Uso da terra	Tonalidade	Textura	Limites	Forma
Floresta	cinza médio escuro cinza escuro	suave	definido	irregular
Agricultura	cinza médio cinza médio escuro cinza escuro	suave	indefinido	geométrica
Campos	cinza médio escuro	suave	indefinido	irregular
Estradas	cinza médio	suave	definido	retilínea
Rede de drenagem	-	-	-	curvilínea

TABELA 11.- Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 2.

Uso da terra	Tonalidade	Textura	Limites	Forma
Floresta	cinza médio escuro cinza escuro	suave	definido	irregular
Agricultura	cinza médio claro cinza médio cinza médio escuro cinza escuro	suave	definido	geométrico
Campos	cinza médio	suave	indefinido	irregular
Estradas	cinza médio	suave	definido	retilínea
Rede de drenagem	-	-	-	curvilínea

TABELA 12 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 3.

Uso da terra	Tonalidade	Textura	Limites	Forma
Floresta	cinza médio escuro cinza escuro	suave	definido	irregular
Agricultura	cinza médio claro cinza médio cinza médio escuro	suave	definido	geométrica
Campos	cinza médio cinza médio escuro	suave	indefinido	irregular
Estradas	cinza médio	suave	definido	retilínea
Rede de drenagem	-	-	-	curvilínea

TABELA 13 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 4.

Uso da terra	Tonalidade	Textura	Limites	Forma
Floresta	cinza médio cinza médio claro	suave	definido	irregular
Agricultura	cinza médio claro cinza médio	suave	definido	geométrica
Campos	cinza médio escuro	suave	indefinido	irregular
Estradas	cinza médio	suave	definido	retilínea
Rede de drenagem	-	-	-	curvilínea

TABELA 14 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 5.

Uso da terra	Tonalidade	Textura	Limites	Forma
Floresta	cinza escuro	suave	definido	irregular
Agricultura	cinza médio claro cinza médio escuro cinza escuro	suave	definido	geométrica
Campos	cinza médio cinza médio claro	suave	indefinido	irregular
Estradas	cinza médio	suave	definido	retilínea
Rede de drenagem	-	-	-	curvilínea

TABELA 15 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 6.

Uso da terra	Tonalidade	Textura	Limites	Forma
Floresta	cinza médio escuro cinza escuro	suave	definido	irregular
Agricultura	cinza médio cinza médio escuro	suave	indefinido	irregular
Campos	cinza médio cinza médio claro	suave	indefinido	irregular
Estradas	cinza médio	suave	definido	retilínea
Rede de drenagem	-	-	-	curvilínea

TABELA 16 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na banda 7.

Uso da terra	Tonalidade	Textura	Limites	Forma
Floresta	cinza médio escuro cinza escuro	suave	definido	irregular
Agricultura	cinza médio claro cinza médio cinza médio claro cinza escuro	suave	definido	geométrica
Campos	cinza médio	suave	indefinido	irregular
Estradas	cinza médio	suave	definido	retilínea
Rede de drenagem	-	-	-	curvilínea

TABELA 17 - Chave de interpretação visual da imagem TM, na composição colorida falsa cor, nas bandas 2, 3 e 4.

Uso da terra	Tonalidade	Textura	Limites	Forma
Floresta	vermelho marrom	suave	definido	irregular
Agricultura	vermelho claro azul claro azul escuro vermelho	suave	definido	geométrica
Campos	azul claro	suave	indefinido	irregular
Estradas	azul claro azul escuro	suave	definido	retilínea
Rede de drenagem	-	-	-	curvilínea

4.1.2 - Análise da banda 1

As FIGURAS 3 e 4 mostram as imagens da banda 1 referentes às quatro áreas-teste. Foram identificadas sobre as imagens, pontos que tem a seguinte correspondência:

- (1) Florestas;
- (2) (7) Agricultura;
- (3) Campos;
- (4) Estradas;
- (5) Rede de drenagem;
- (6) Queimadas;
- (8) Temas conflitantes;
- (9) Reflorestamento.

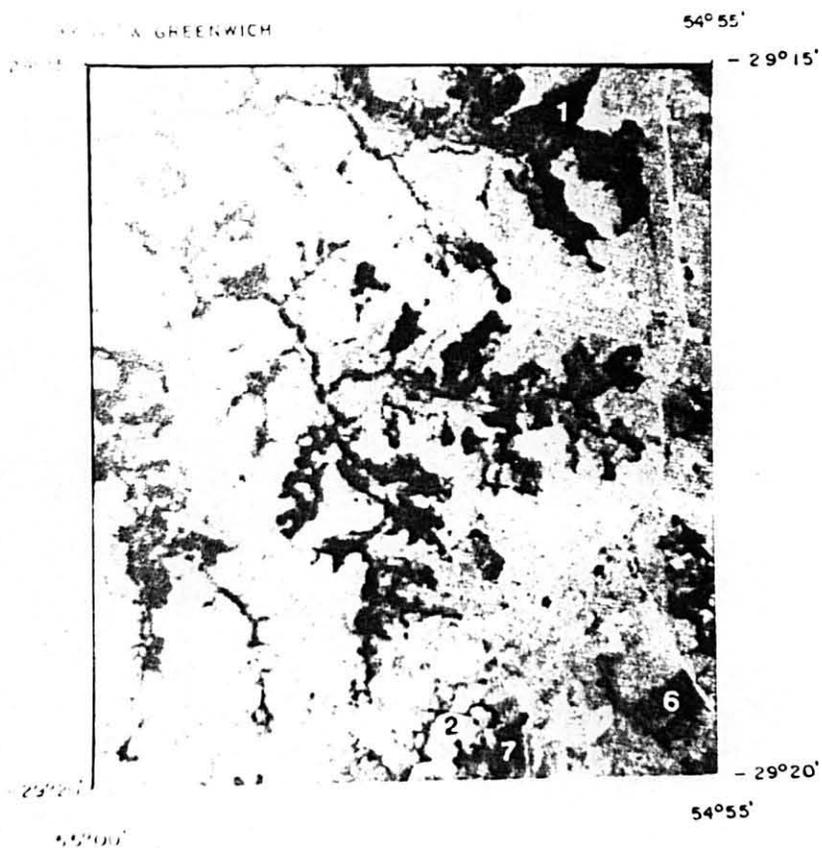
4.1.2.1 - Área-teste do Boqueirão

A área analisada tem como característica marcante, a predominância de campos, florestas ciliares, em menor expressão a presença de agricultura, com uma declividade média de 8%. A floresta ciliar foi identificada pela localização ao longo da rede de drenagem, a qual apresentou a tonalidade do cinza médio escuro a cinza escuro. Esse intervalo é explicado pela diferença do estrato arboreo e umidade. Já os campos, apresentaram a tonalidade cinza médio, pois a diferença dos campos para a floresta ciliar, dá-se pela menor reflectância dessa última.

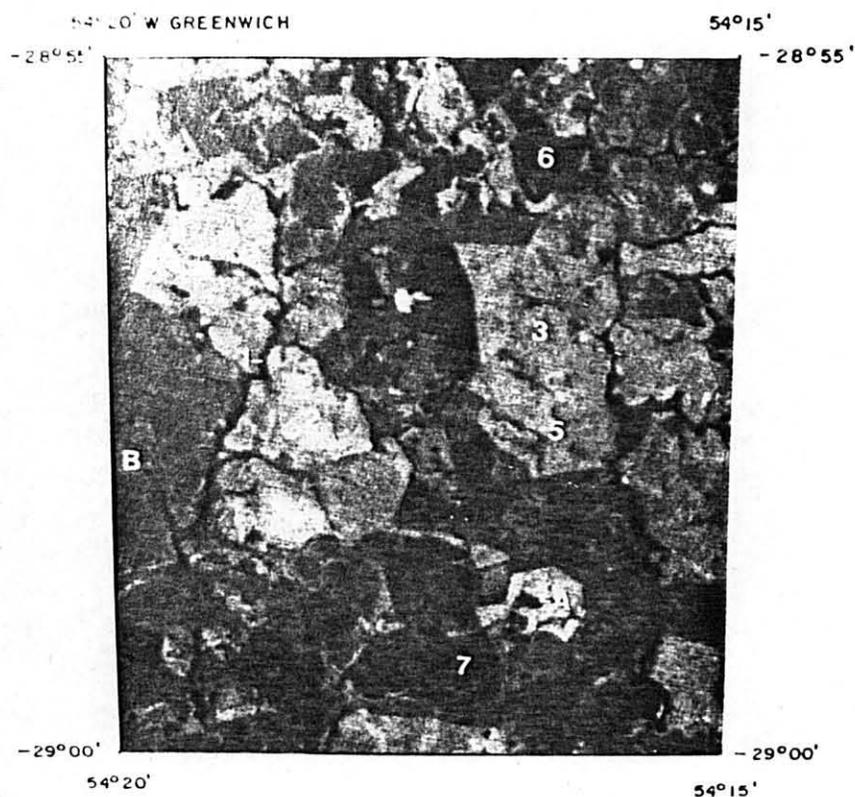
Por outro lado, a agricultura apresentou duas formas:

a) Agricultura (2) - que teve um certo estágio de desenvolvimento, não foi suficiente para neutralizar a influência do solo e como consequência, traduziu-se numa tonalidade cinza médio claro;

b) Agricultura com cultivos em desenvolvimento (7) - ca-

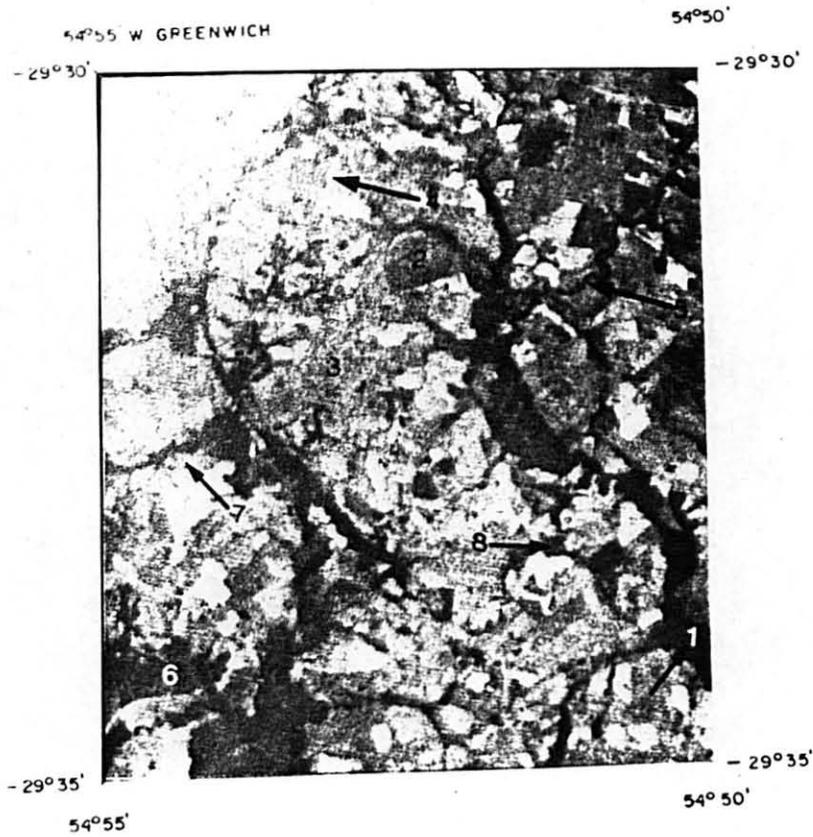


Área-teste - Boqueirão

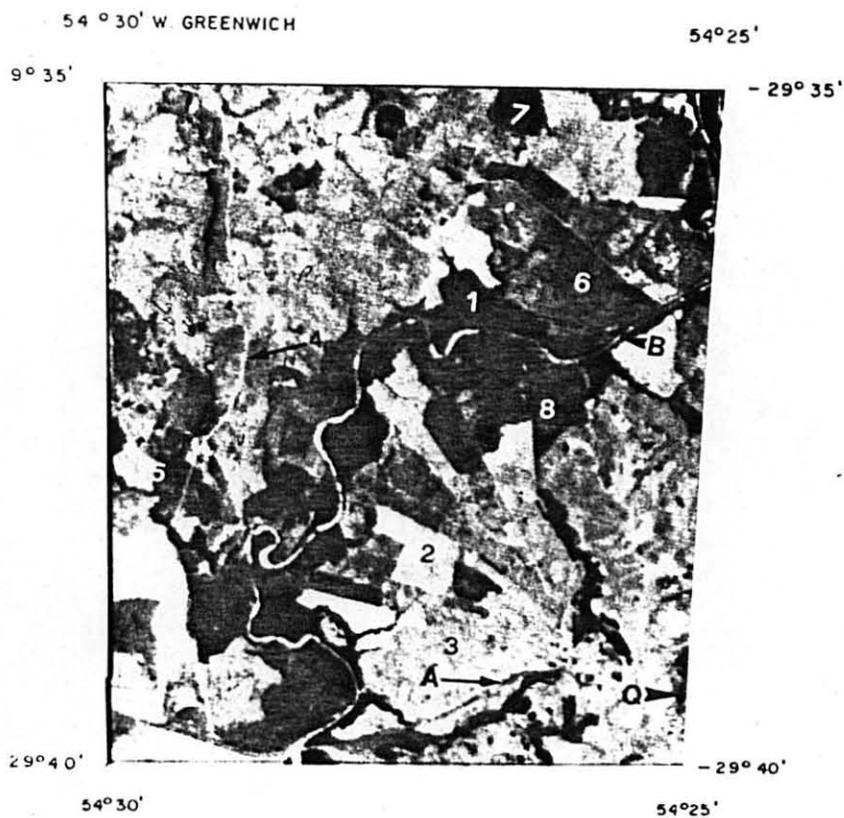


Área-teste - Espinilho Grande

FIGURA 3 - Áreas-teste do Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 1, em escala aproximada de 1:100.000.



Área-teste - Passo dos Veados



Área-teste - Passo do Toropi

FIGURA 4 - Áreas-teste do Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 1, em escala aproximada de 1:100.000.

racterizada pela tonalidade cinza médio, pois o ponto do cultivo, teve maior predominância na resposta espectral sobre o solo.

A identificação da rede de drenagem não foi possível, pois os tributários não apresentaram largura suficiente para serem detectados nesta escala e, portanto, sua identificação é regida pelo padrão da floresta ciliar (1). Em relação às estradas, são perceptíveis em certos trechos quando cortam os campos (4), sendo que, no momento, há agricultura em ambos os lados, ficando, a mesma, prejudicada como em (8).

Foram detectados reflorestamentos de eucaliptos (9), na tonalidade cinza escuro, conseguido com reambulação, sendo o aspecto geométrico sua principal característica. Para a identificação, paralelamente a isso, foram constatadas queimadas (6). Considerando-se somente o critério tonalidade, foi impossível detectá-las, tornando-se possível quando comparadas com as demais bandas.

De maneira geral, para essa área-teste, a banda 1 atende aos propósitos de identificação dos principais grupos de uso da terra

4.1.2.2 - Área-teste do Espinilho Grande

Nesta área, o maior uso é o da agricultura, com a cultura do soja. Analisando-se a área (2), verifica-se que o soja está com porte pequeno, sendo que a resposta espectral do solo predomina, traduzindo-se numa tonalidade cinza médio, que vem a confundir-se com os campos em (3). Já em (6) o soja possui um maior porte e predomina sua tonalidade sobre a resposta do solo subjacente, enquanto que em (7) a cultura do soja predomina totalmente, sendo que sua reflectância não é afetada pela do solo.

A floresta ciliar é perfeitamente nítida, a não ser quando

os cultivos agrícolas se estendem até a sua proximidade. Com relação as estradas (4), as mesmas não são distinguíveis quando passam entre as lavouras e os campos, sendo sua reflectância afetada pelas áreas circunvizinhas.

Foram também identificados açudes como em (A), cuja identificação é por ocorrência de campos ao seu redor; já em (B), o açude possui praticamente a mesma tonalidade da cultura do soja, prejudicando a sua identificação.

4.1.2.3 - Área-teste do Passo dos Veados

A característica marcante desta área é o predomínio de minifúndios, sendo que as áreas agrícolas (2) têm aspecto geométrico, apresentando uma tonalidade cinza médio a cinza claro, o que em alguns casos, confundem-se com as áreas de campo (3). Nessa área-teste, a floresta ciliar (1) destacou-se entre as áreas de campo e agricultura com tonalidade cinza escuro, mas as vezes confundindo-se com lavouras (6) em desenvolvimento. Nesta banda, a diferenciação entre áreas de campo e área de agricultura foi difícil, ao passo que para separar florestas ciliares foi possível.

4.1.2.4 - Área-teste do Passo do Toropi

Área-teste em que desenvolve-se em sua maior parte o arroz irrigado, onde, através da banda 1, conseguiu-se diferenciar três estágios do desenvolvimento do arroz. O primeiro, representado pela área (2) onde predomina a resposta do solo e confunde-se com os campos em (3), traduzindo-se em uma tonalidade de cinza médio a cinza claro. O segundo estágio do arroz visto em (6), onde há uma maior predominância da resposta espectral do arroz

sobre a do solo, apresentou-se na tonalidade cinza médio escuro. No terceiro estágio (8), há predomínio da reflectância do arroz sobre a do solo, neste caso porém, ocorreu a mesma tonalidade apresentada pela floresta ciliar (1), que é o cinza escuro.

Em (7) o arroz está irrigado, o que torna impossível de ser diferenciado sem auxílio de outra banda. Nesta área aparecem, também, dois tipos de estradas: a primeira em (4), sem revestimento asfáltico, confundindo-se com os campos em (3). Por outro lado, a estrada com revestimento asfáltico em (A), é perfeitamente nítida, devido a tonalidade cinza médio escuro e sua forma retilínea.

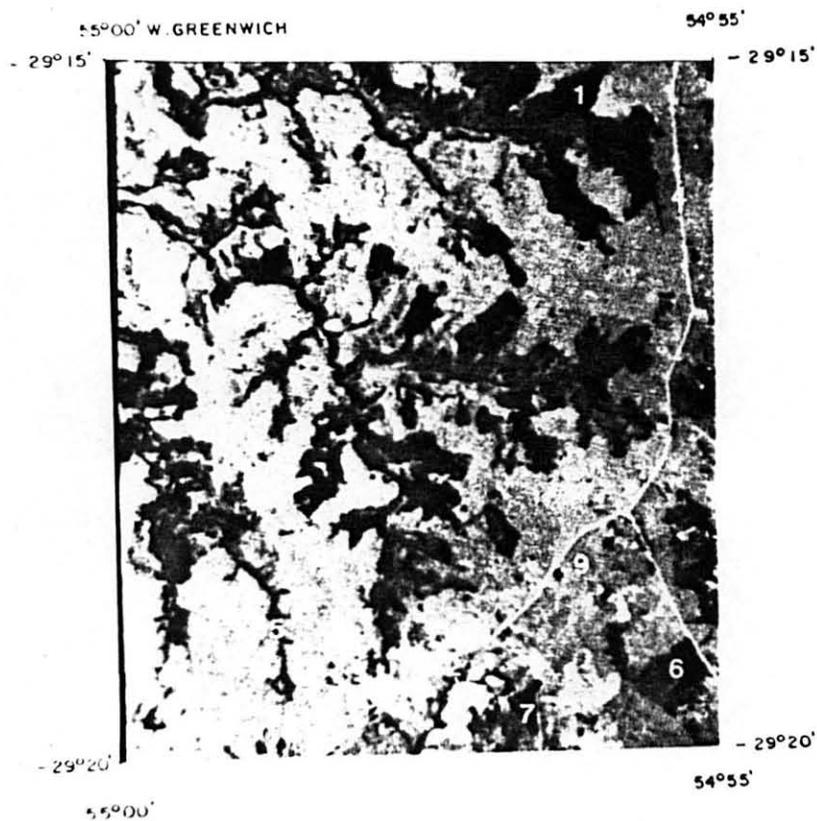
4.1.3 - Análise da banda 2

As FIGURAS 5 e 6 mostram as imagens da banda 2, referente as quatro áreas-teste. Foram identificados sobre as imagens, pontos que tem a seguinte correspondência:

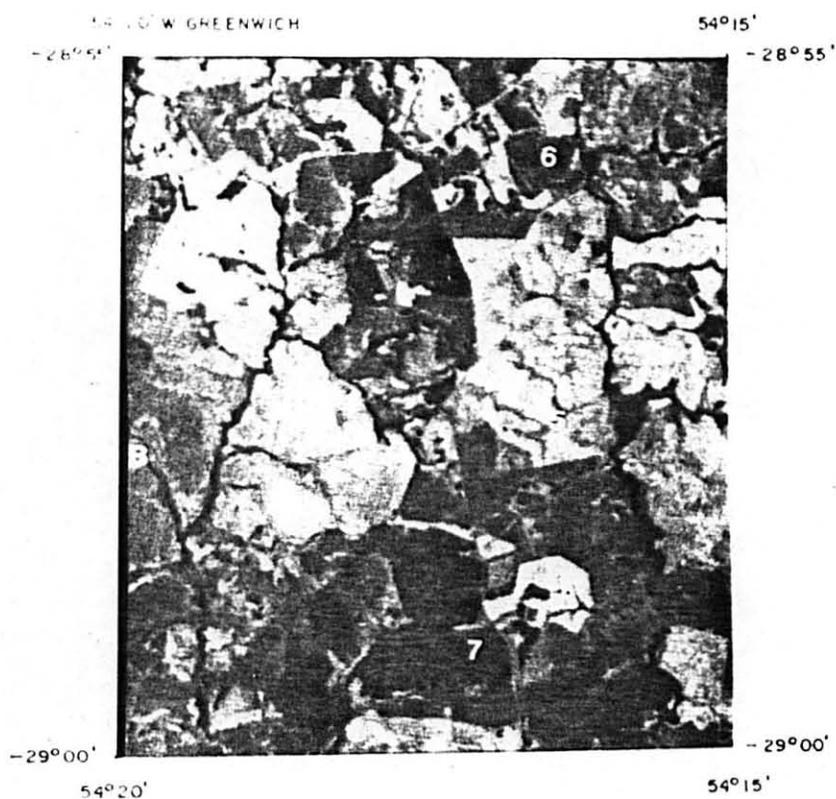
- (1) Floresta ciliar;
- (2) (7) Agricultura;
- (3) Campos;
- (4) Estradas;
- (5) Rede de drenagem;
- (6) Queimadas;
- (8) Temas conflitantes;
- (9) Reflorestamento.

4.1.3.1 - Área-teste do Boqueirão

A banda 2, faixa espectral de reflexão do verde e absorção do azul e do vermelho, os usos da terra, com essa característica tendem a se apresentar mais claros, quando comparados com a banda 1. A diferença não é marcante em termos de floresta ciliar (1) e



Área-teste - Boqueirão

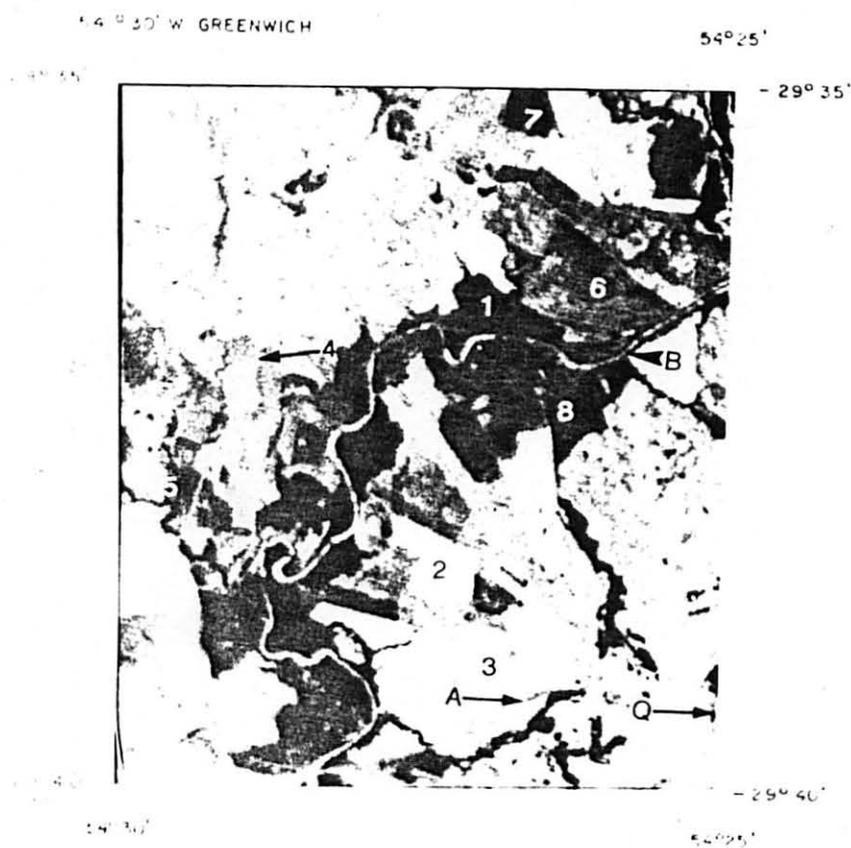


Área-teste - Espinilho Grande

FIGURA 5 - Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 2, em escala paroximada 1:100.000.



Área-teste - Passo dos Veados



Área-teste - Passo do Toropi

FIGURA 6 - Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 2, em escala aproximada 1:100.000.

Toropi,

reflorestamento (9), porque estes possuem baixa reflectância. Entretanto, essa diferença é perceptível com relação aos campos (3), agricultura (2) e (7) e estradas (4). É importante salientar que, essa diferença, não chega a alterar os intervalos de tonalidades.

Por outro lado, a queimada (6) apresentou-se mais nítida que na banda 1 por motivo da dispersão dos comprimentos de onda do azul, que interferem nas tonalidades da banda 1.

Comparando-se a banda 1 com a banda 2, esta última apresenta maior nitidez dos alvos, facilitando a separabilidade dos temas.

4.1.3.2 - Área-teste do Espinilho Grande

Todas as afirmações feitas para a área do Boqueirão, na banda 2, são válidas, também, para esta área-teste. Como se pode ver, todos os usos da terra de florestas ciliares (1), agricultura (2), (6) e (7), campos (3), estradas (4), açudes (A) e (B), apresentando-se com as mesmas tonalidades observadas na área anterior, mas com uma maior nitidez, desses alvos, em relação a banda 1.

4.1.3.3 - Área-teste do Passo dos Veados

Nesta área, todos os temas de uso da terra apresentaram os mesmos níveis de cinza observados na área anterior, porém os seus limites são mais perfeitos. Entretanto, nesta área-teste, conseguiu-se identificar e classificar as áreas de solos expostos (8), floresta ciliar (1), agricultura (6), algumas partes de estradas (4), porém confundiram-se agricultura em certo estágio de desenvolvimento (2) com os campos (3).

4.1.3.4 - Área-teste do Passo do Toropi

Área eminentemente com agricultura, onde cultivava-se o arroz irrigado. Pelas explicações dadas, pode-se comprovar as diferenças dos temas do uso da terra, isto é, apresentaram-se com tonalidades mais claras do que as vistas na banda 1.

Nesta banda, percebeu-se, perfeitamente, as estradas com revestimento de areia e cascalho (4), sendo dificultada a identificação de estradas com revestimento asfáltico (A), o qual confunde-se com os campos (3).

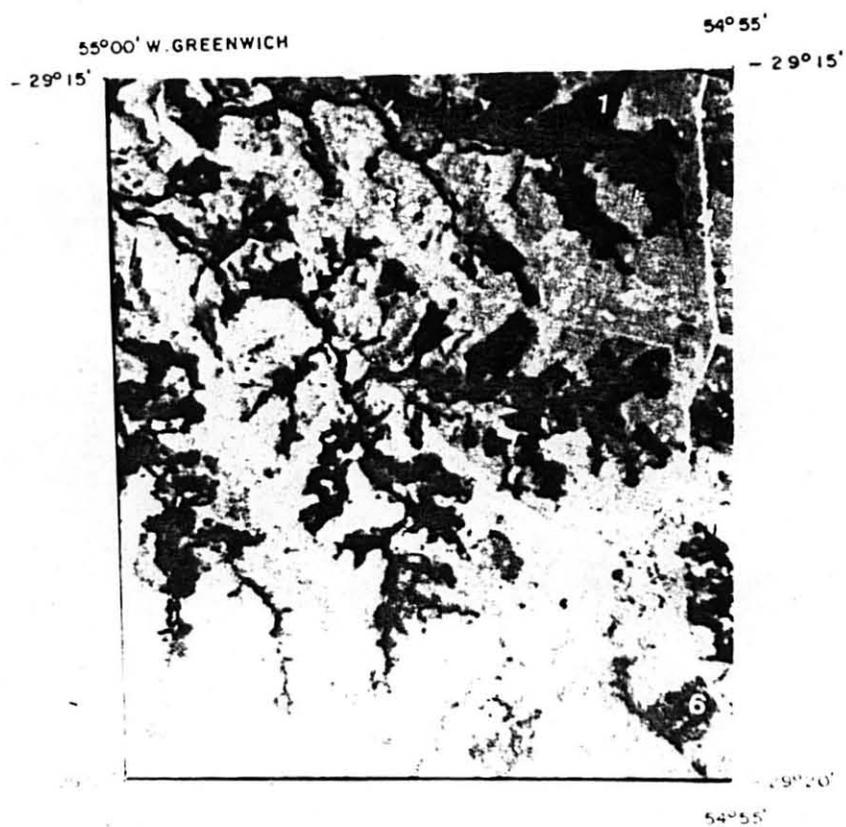
4.1.4 - Análise da banda 3

As áreas-teste interpretadas na banda 3, estão ilustradas nas FIGURAS 7 e 8. Foram identificadas sobre as imagens pontos que têm as seguintes correspondências.

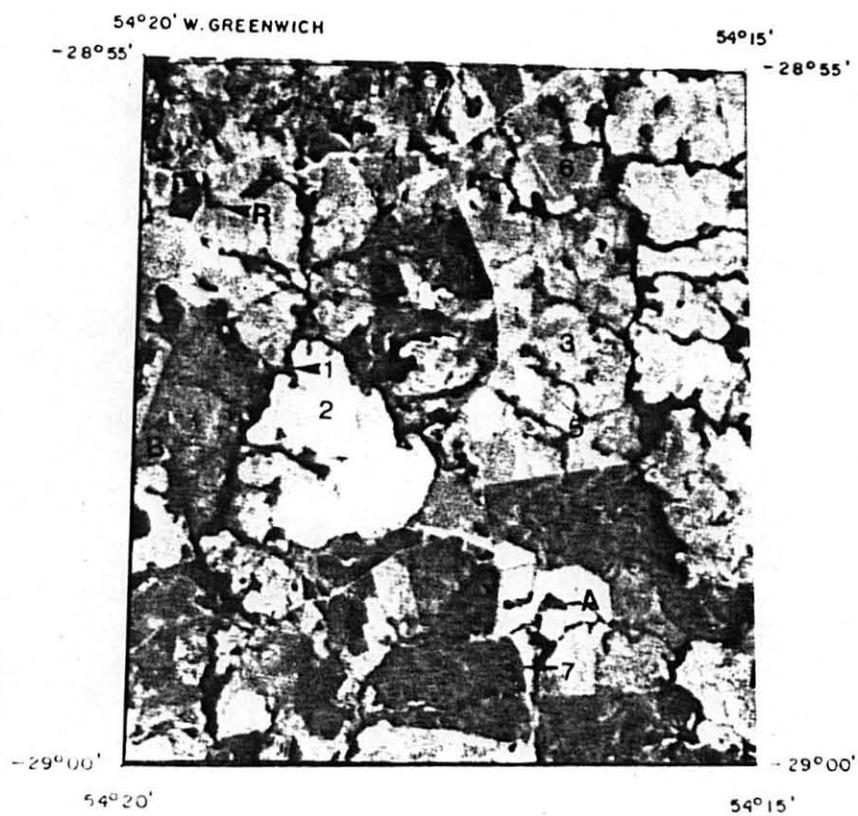
- (1) Floresta ciliar;
- (2) (7) Agricultura;
- (3) Campos;
- (4) Estradas;
- (5) Rede de drenagem;
- (6) Queimadas;
- (8) Temas conflitantes;
- (9) Reflorestamento.

4.1.4.1 - Área-teste do Boqueirão

Para a temática proposta do uso da terra, nessa área, a banda 3 é que apresentou os melhores resultados em termos de nitidez, como se pode notar, na floresta ciliar (1), agricultura (2) e (7), campos (3) e estradas (4), comparados com a banda 1 e

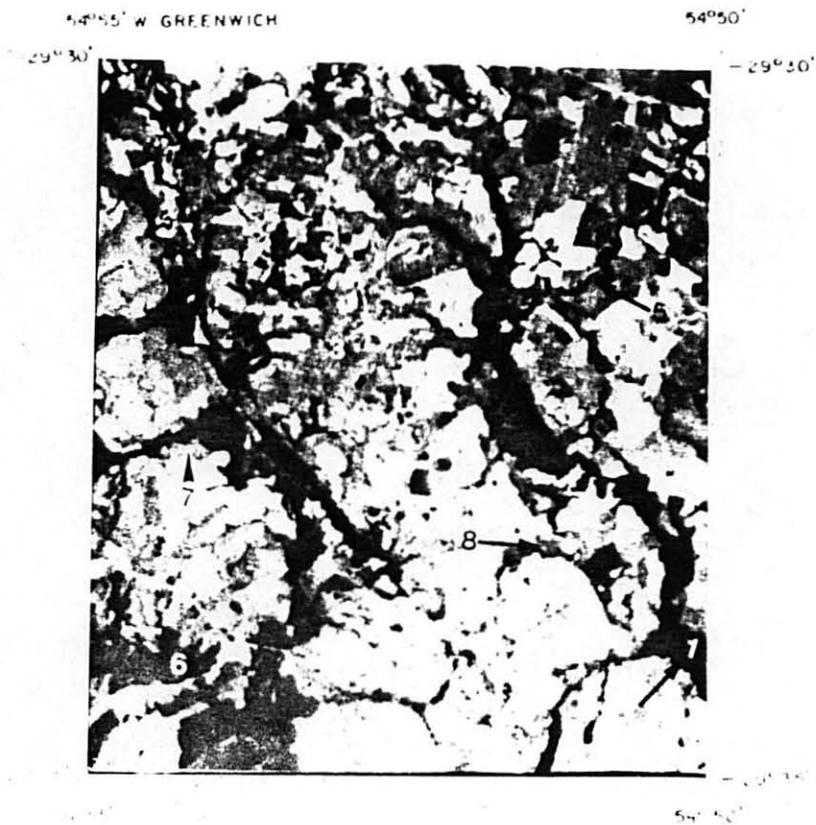


Área-teste - Boqueirão

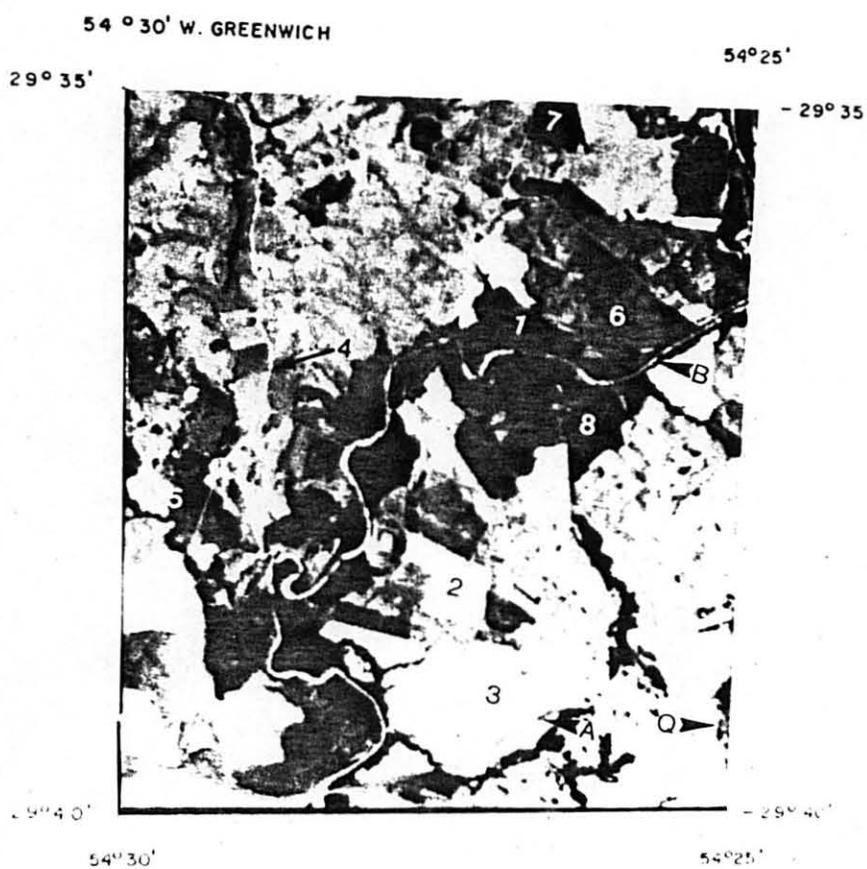


Área-teste - Espinilho Grande

FIGURA 7 - Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 3, em escala aproximada 1:100.000.



Área-teste - Passo dos Veados



Área-teste - Passo do Toropi

FIGURA 8 - Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 3, em escala aproximada 1:100.000.

2. Isto é justificado, porque a banda 3 tem maior predominância da cor vermelha, neste sentido, os usos da terra com a cor vermelha teriam a tonalidade clara, que pode ser comprovada na agricultura. Já nas florestas ciliares há uma maior absorção do vermelho, devido a presença de clorofila nas folhas, traduzindo-se na tonalidade cinza escuro. Já nos campos, a absorção pela clorofila é maior que nas florestas ciliares, traduzindo-se em cinza médio. Em contrapartida, onde as estradas passam pelo meio da agricultura, a mesma não é perceptível como em (8).

4.1.4.2 - Área-teste do Espinilho Grande

Nessa banda, notou-se uma perfeita separabilidade dos temas de agricultura em todos os seus estágios (2), (6) e (7), o mesmo acontecendo com os campos (3) e estradas (4). O que se confundem em termos de tonalidade, são os açudes em (A) e (B) quando próximos das lavouras. Identificou-se, também, o reflorestamento (R).

4.1.4.3 - Área-teste do Passo dos Veados

Nessa área acontece as mesmas respostas dadas nas áreas anteriores, com respeito aos tipos de uso da terra de florestas (1), campos (3) e estradas (4), aparecendo, somente, mais nítidas que nas bandas 1 e 2. Outros fatores salientes são os solos expostos com em (8), caracterizados pela tonalidade cinza médio claro. Já em (6), onde existe uma agricultura com certo desenvolvimento, leva a uma semelhança em termos de tonalidade com a floresta ciliar (1).

4.1.4.4 - Área-teste do Passo do Toropi

Analisando a presente área, com referência ao uso da terra de florestas ciliares (1), agricultura nos diferentes estágios (2), (6) e (8), esses são mais nítidos que os mesmos temas nas bandas 1 e 2. O que se pode verificar, na área em estudo, é o rio Toropi que ultrapassa a área no sentido nordeste e sudoeste, perfeitamente nítido por apresentar, em seu fundo, bancos de areia.

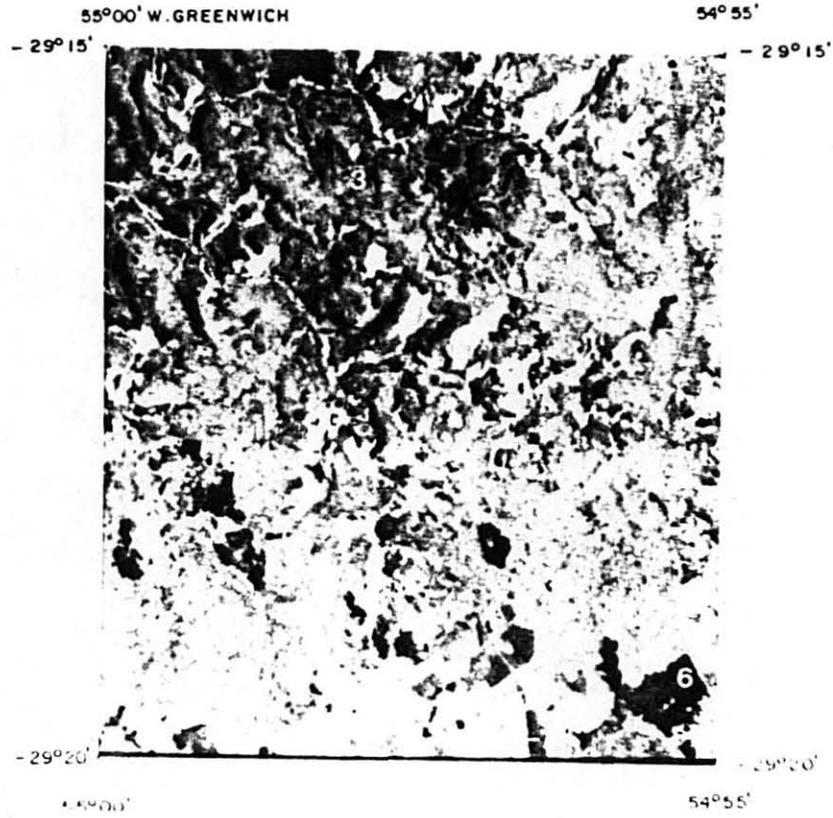
Outro fato que chama atenção, é a estrada com revestimento asfáltico (A) que, em certos trechos, confunde-se com os campos.

Analisando essas três bandas que atuam na região do visível do espectro eletromagnético, pode-se afirmar que, para a temática proposta, as bandas 2 e 3 estão no mesmo nível de informação, sendo a banda 1 menos informativa.

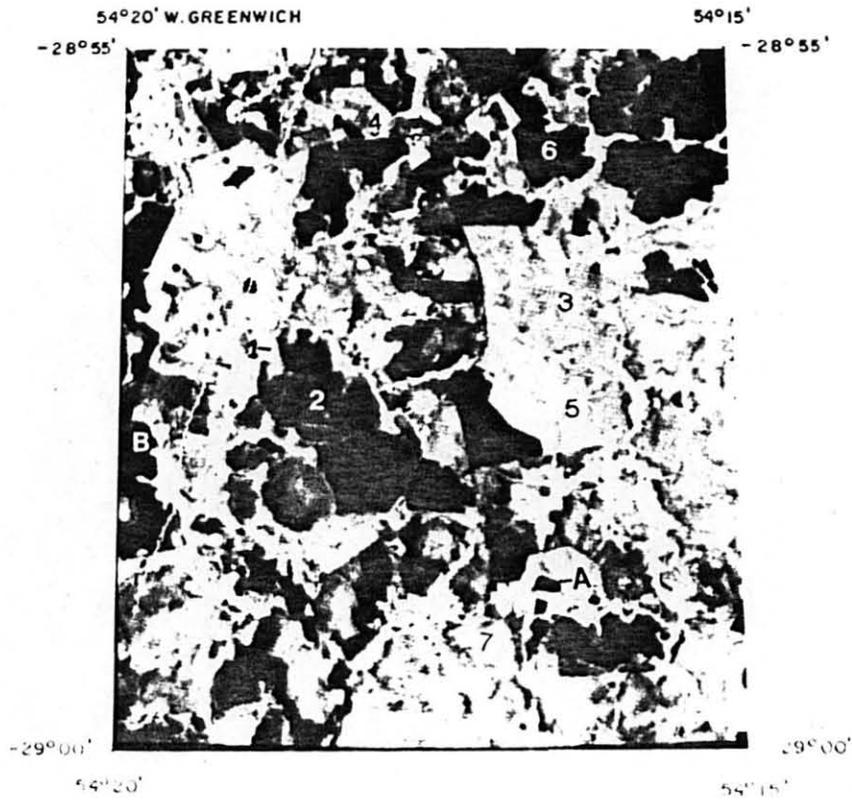
4.1.5 - Análise da banda 4

As FIGURAS 9 e 10 mostram as imagens da banda 4, referente as quatro áreas-teste. Foram identificadas sobre as imagens pontos que tem a seguinte correspondência:

- (1) Floresta ciliar;
- (2) (7) Agricultura;
- (3) Campos.
- (4) Estradas;
- (5) Rede de drenagem;
- (6) Queimadas;
- (8) Temas conflitantes;
- (9) Reflorestamento.

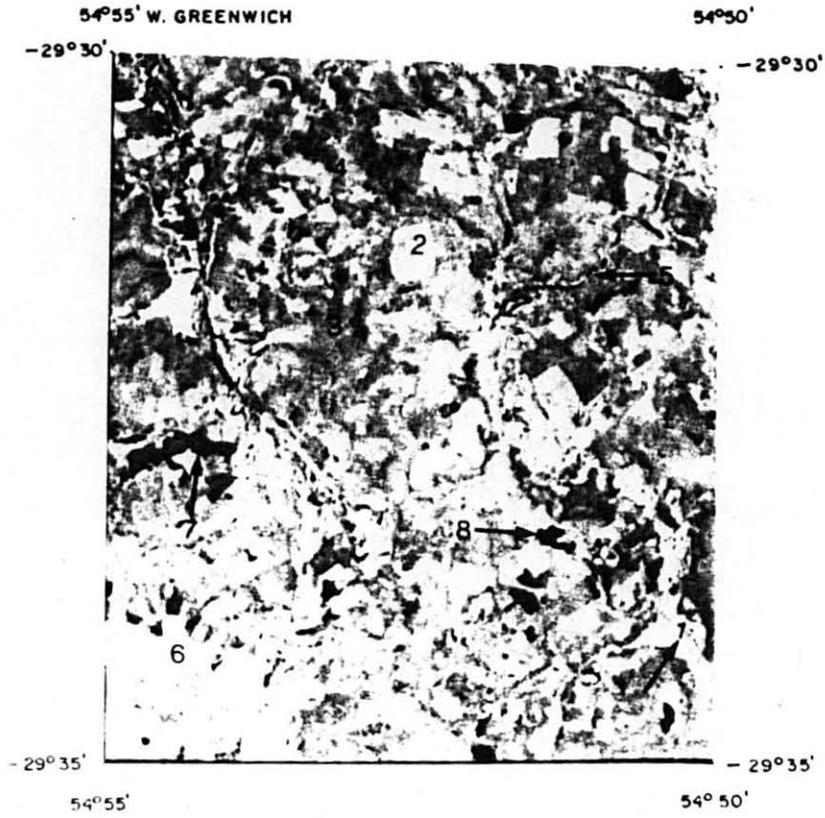


Área-teste - Boqueirão

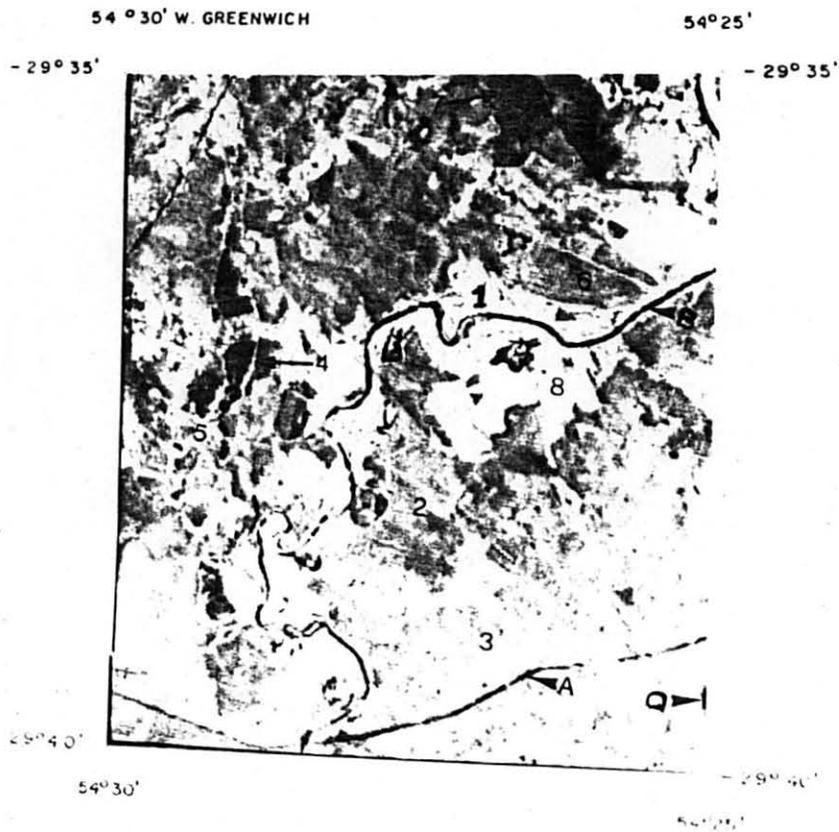


Área-teste - Espinilho Grande

FIGURA 9 - Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 4, em escala aproximada 1:100.000.



Área-teste - Passo dos Veados



Área-teste - Passo do Toropi

FIGURA 10 - Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 4, em escala aproximada 1:100.000.

4.1.5.1 - Area-teste do Boqueirão

Na análise da banda 4, a floresta ciliar (1) foi perfeitamente definida, enquanto que nas bandas 1, 2 e 3, a mesma também foi identificada, porém confundiu-se com outros temas, como é o caso de sombras e agricultura (1).

A agricultura (2) em menor estágio de desenvolvimento sofre reflectância do solo, podendo confundir-se com os campos, o mesmo acontecendo com as estradas (4).

Já os cultivos agrícolas de maior porte são distinguidos quando seus limites são os campos (3). Ressalta-se que as queimadas (6) são os melhores alvos identificados na banda 4.

4.1.5.2 - Área-teste de Espinilho Grande

Ressaltou-se na área em estudo os estágios da agricultura (6), (2) e (7) identificadas com a cultura da soja. No estágio 1, onde predomina a influência do solo sobre a cultura, apresentou-se a tonalidade cinza escuro, a qual confundiu-se com os açudes em (A) e (B).

O estágio 2, onde predomina a influência do solo, a qual é em menor proporção no estágio 1, apresenta uma tonalidade cinza médio claro. No último estágio da cultura (7), já houve a predominância desta sobre o solo, entretanto este estágio da cultura confundiu-se com os campos em (3), estradas em (4) e o reflorestamento em (3), apresentando a mesma tonalidade. Também na área-teste, a floresta ciliar (1) destacou-se dos demais temas pela sua tonalidade cinza médio claro, mas quando em menor quantidade, confundiu-se com a tonalidade dos campos (3).

4.1.5.3 - Área-teste do Passo dos Veados

Verificou-se nessa área-teste, de maneira geral, que não é possível retirar informações de floresta ciliar (1), porque confundiu-se com a tonalidade da agricultura (2) e os campos (4). Também ficaram prejudicadas as formas de estradas e o traçado da rede de drenagem. Destacou-se na área em estudo a agricultura (6), onde a sua resposta espectral predominou sobre os demais temas, bem como as áreas úmidas (7). Comparando-se a banda 4 com a temática proposta, a banda 2 e 3 predominaram sobre esta.

4.1.5.4 - Área-teste do Passo do Toropi

Por atuar na região do infravermelho, a banda 4 foge ao alcance da visão humana, sendo essa região regida pela influência da sua variação na composição estrutural dos objetos.

Verificando-se na área-teste, a floresta ciliar (1) confunde-se com a agricultura, onde se desenvolve o arroz irrigado (8) por possuir a mesma tonalidade, isto é, a mata ciliar e o arroz irrigado "visualmente" respondem ao mesmo comprimento de onda.

Destacou-se em (2) e (6) o arroz em menor estágio de desenvolvimento (8), vindo a confundir-se com os campos (3). As estradas com revestimento de cascalho e terra (4) confundiram-se com os campos (3), o mesmo não acontecendo com a estrada de revestimento asfáltico (A).

A umidade e as águas são as características fortes da banda 4, por absorverem uma maior quantidade do comprimento de onda do infravermelho. Justifica-se pela presença do Rio Toropi (B), onde se pode identificá-lo perfeitamente com todos os seus meandros e também as áreas de arroz irrigados (7).

4.1.6 - Análise da banda 5

As FIGURAS 11 e 12 ilustram as imagens da banda 5, referentes as quatro áreas-teste. foram identificadas sobre a imagem, pontos que tem a seguinte correspondência:

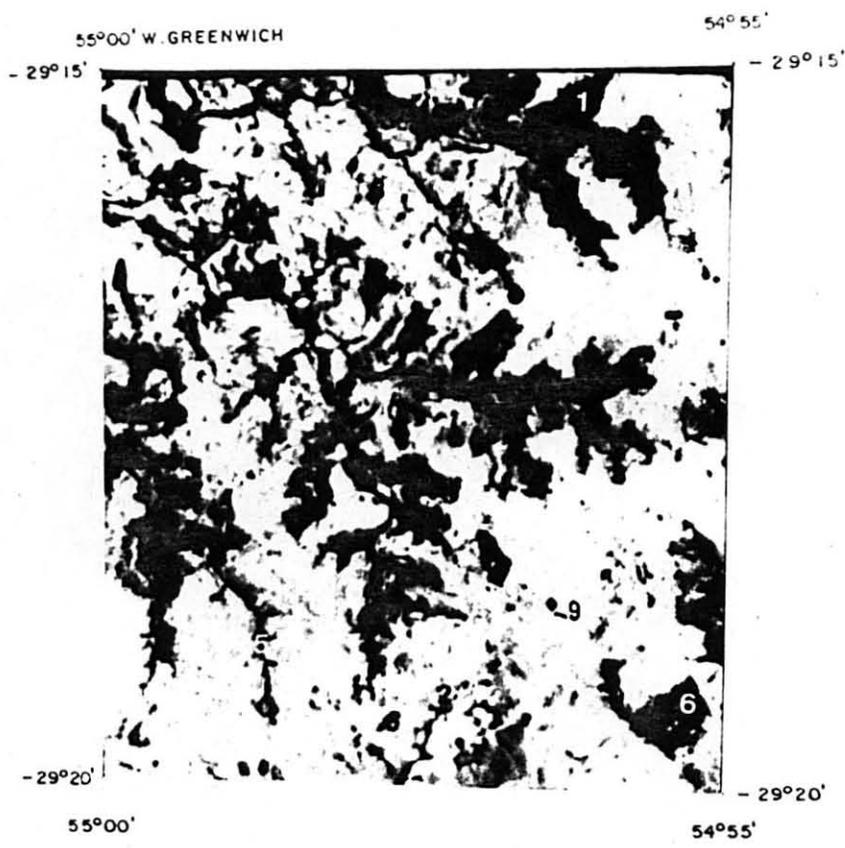
- (1) floresta ciliar;
- (2) (7) Agricultura;
- (3) Campos;
- (4) Estradas;
- (5) Rede de drenagem;
- (6) queimadas;
- (8) Temas conflitantes;
- (9) Reflorestamento.

4.1.6.1 - Área-teste do Boqueirão

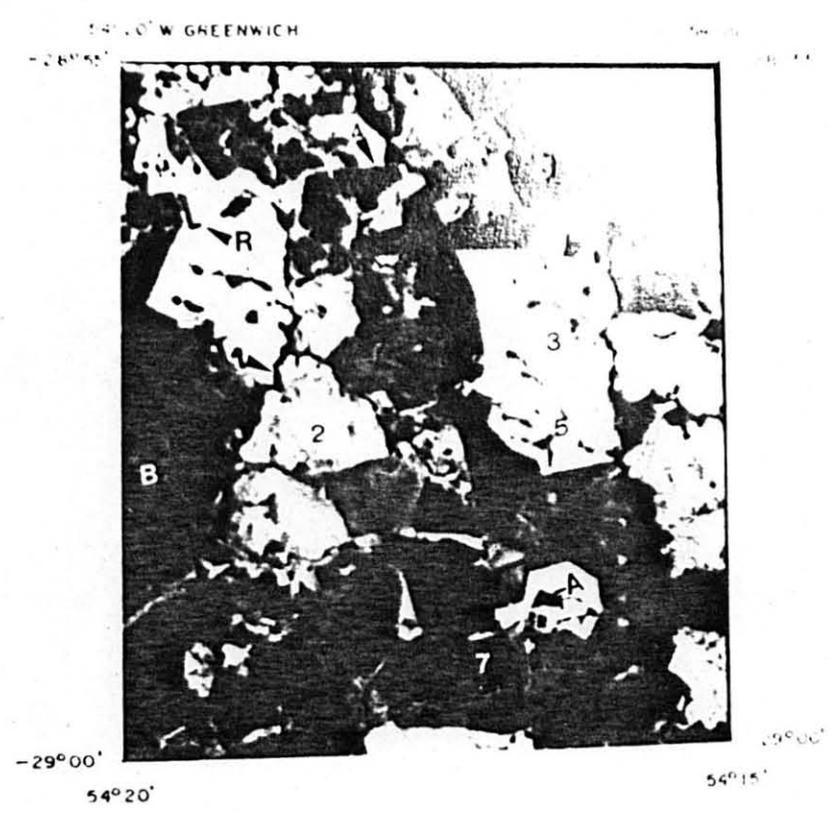
A banda 5 imageada na região do infravermelho médio, foi projetada para a identificação de umidade do solo e vegetação, NOVAES & MARTINI (1980). Verificou-se nesta área-teste que, os campos (3), por apresentarem reduzido teor de umidade, têm alta reflectância, chegando a confundirem-se com as áreas de agricultura (2) e (7) e estradas (4). Nesta faixa espectral, a floresta ciliar absorve a radiação pela umidade contida nas folhas, fazendo com que haja uma diferenciação entre os campos (3) e a floresta ciliar (1). Comparando-se a banda em estudo e a área-teste com as demais, constata-se que a mesma é eficiente na delimitação dos campos (3) e floresta ciliar (1).

4.1.6.2 - Área-teste do Espinilho Grande

Ocorre a predominância de agricultura (2), (6) e (7), onde

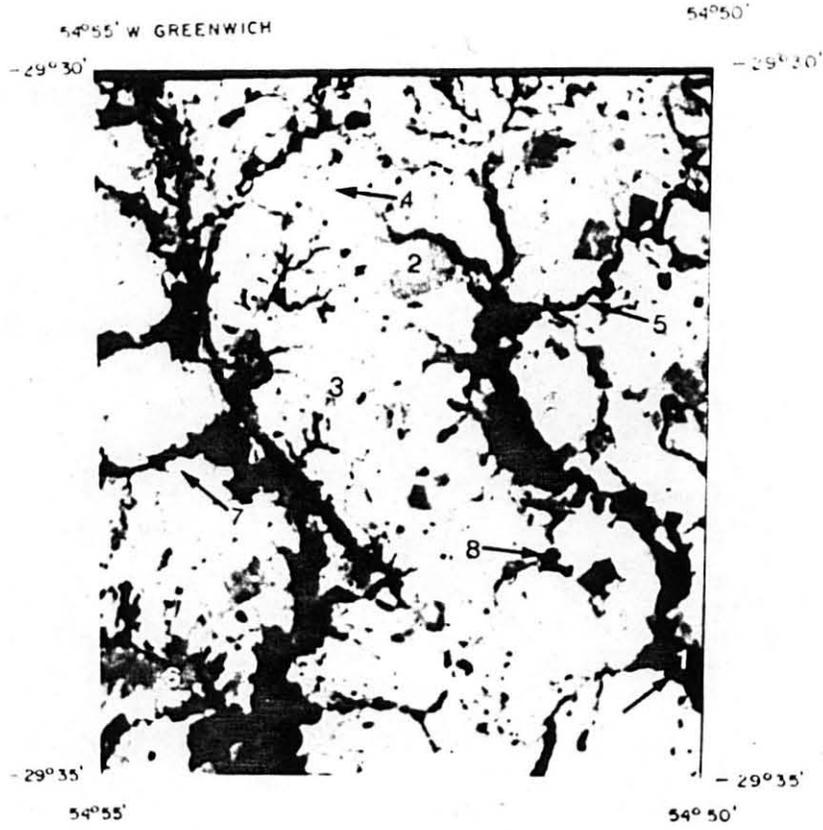


Área-teste - Boqueirão

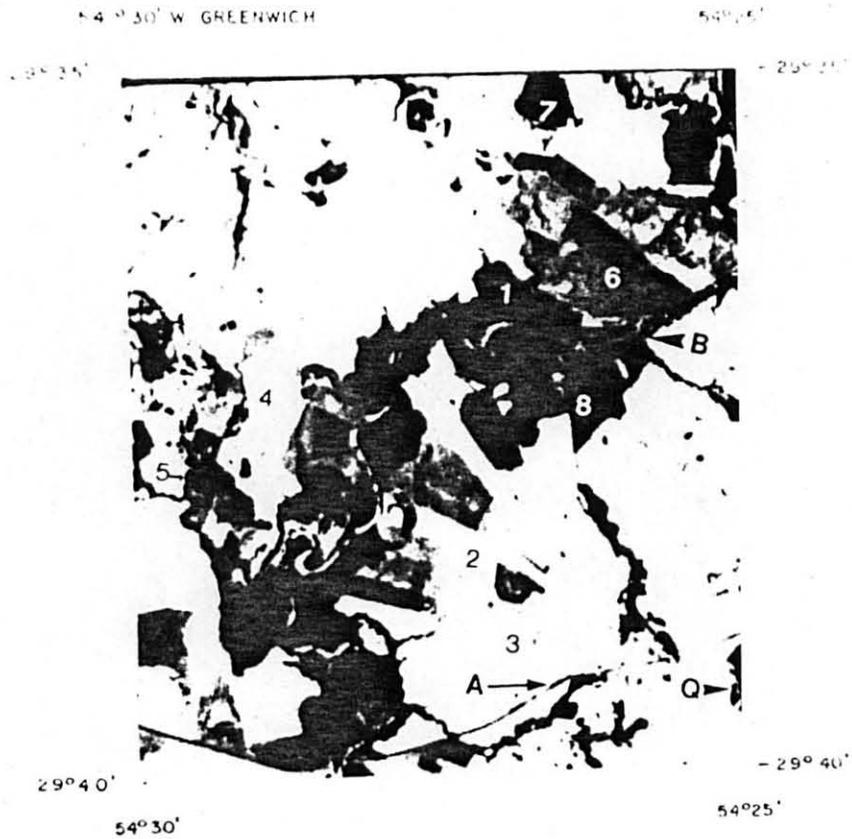


Área-teste - Espinilho Grande

FIGURA 11 - Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 5, em escala aproximada 1:100.000.



Área-teste - Passo dos Veados



Área-teste - Passo do Toropi

FIGURA 12 - Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 5, em escala aproximada 1:100.000.

se desenvolve a cultura do soja. Analisando os temas, verificou-se que os estágios de cultura do soja em (6) e (7) confundem-se com a floresta ciliar (1), estradas (4), açudes (A) e (B) e reflorestamento (R), apresentando-se as mesmas tonalidades cinza escuro. Os campos (3) por sua vez, são semelhantes ao estágio primeiro da cultura do soja (2), onde há predominância da resposta espectral do solo.

Ao comparar-se a banda 5 com as demais, verificou-se que, para a definição de temas como agricultura e floresta ciliar, esta banda tem fortes limitações.

4.1.6.3 - Área-teste do Passo dos Veados

Levando-se em consideração o critério de tonalidade, confundiu-se na área-teste os temas de campo (3) com a agricultura (2) e (6), estradas (4) ficando prejudicada a delimitação da agricultura (2) e (6), bem como a identificação da diversidade dos tipos de cultura. Por outro lado, confirmou-se a definição perfeita da floresta ciliar (1) quando não há cultivos agrícolas que avançam até a sua margem.

Também observou-se a informação razoável da rede de drenagem (5), quando a interpretação seguiu a floresta ciliar (1).

Nesta área-teste, a floresta ciliar (1) destacou-se quando comparada com as demais bandas.

4.1.6.3 - Área-teste do Passo do Toropi

O arroz irrigado (8) e (7) é a característica básica da área toda, neste sentido verificou-se que o mesmo confundiu-se com a floresta ciliar (1).

O estágio do arroz (6) destacou-se pela sua tonalidade cin-

za médio escuro, quando comparado com o estágio do arroz (2), o mesmo acontecendo na floresta ciliar (1). Entretanto, os campos (3) confundiram-se com as estradas revestidas de cascalho e terra (4), não acontecendo o mesmo com a estrada de revestimento asfáltico (A), que destacou-se ao cruzar os campos (3). Já quando se aproxima das florestas ciliares, a agricultura tornou-se não detectável.

Não foi possível a identificação do rio principal desta região, pois apresenta florestas ciliares (1) e agricultura (8).

Os campos (3) salientam-se, melhorando a interpretação, quando comparados com as demais bandas.

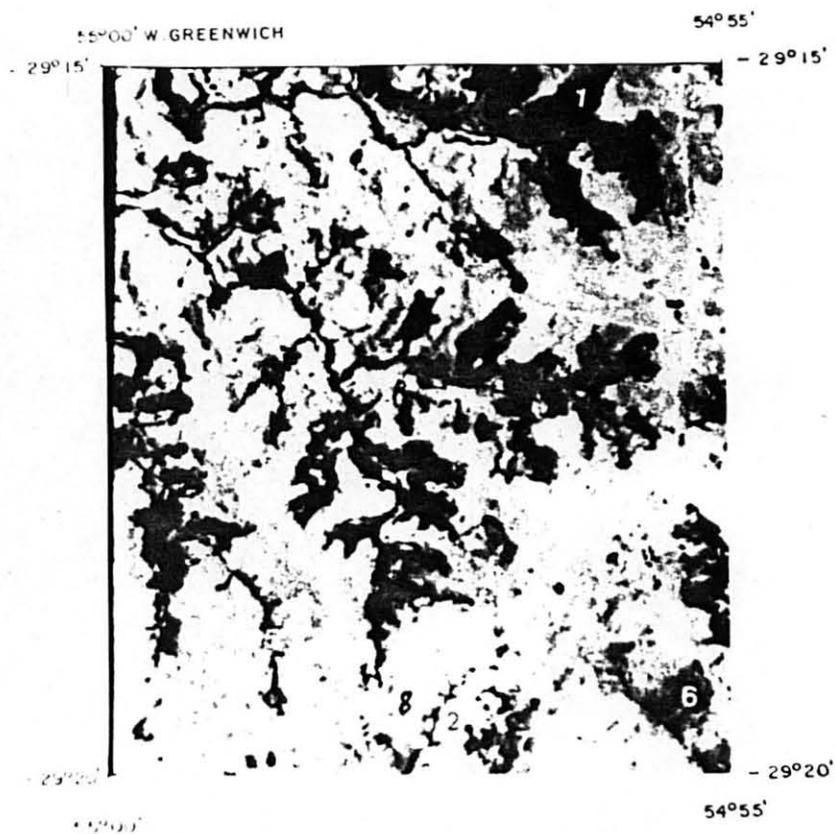
4.1.7 - Análise da banda 7

As FIGURAS 13 e 14 mostram as imagens da banda 7, referentes as quatro áreas-teste. Foram identificados pontos que tem a seguinte correspondência:

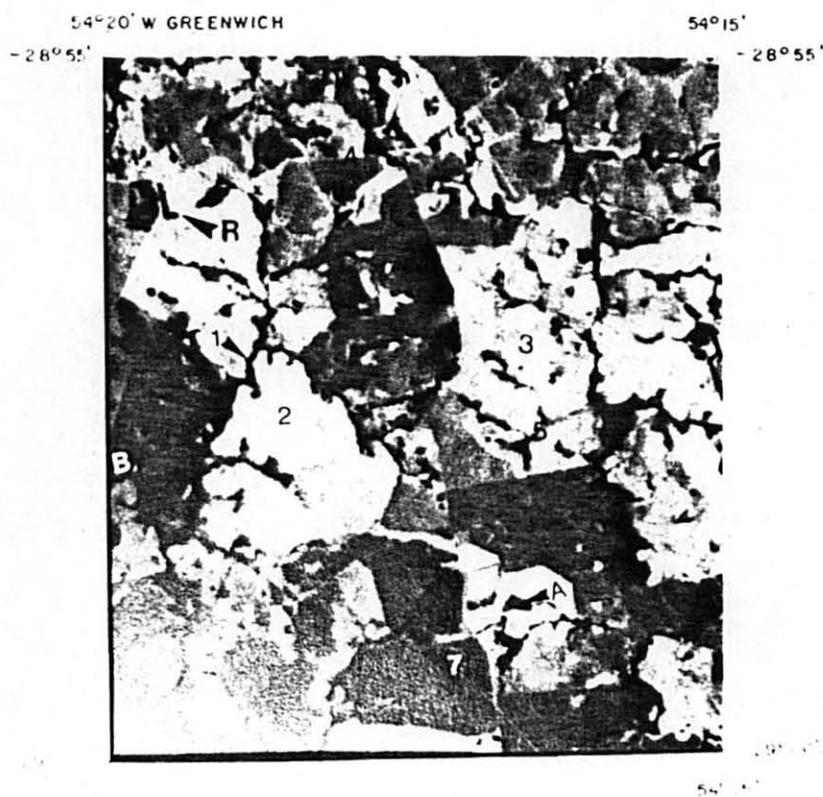
- (1) Floresta ciliar;
- (2) (7) Agricultura;
- (3) Campos;
- (4) Estradas
- (5) Rede de drenagem;
- (6) Queimadas;
- (8) Temas conflitantes;
- (9) Reflorestamento.

4.1.7.1 - Área-teste do Boqueirão

O U.S. GEOLOGICAL SERVICE AND NOAA (1984) afirmam que a banda 7 apresenta os maiores contrastes, com uma reflectância do solo em torno de 50%, a vegetação seca 40% e a vegetação verde 20%

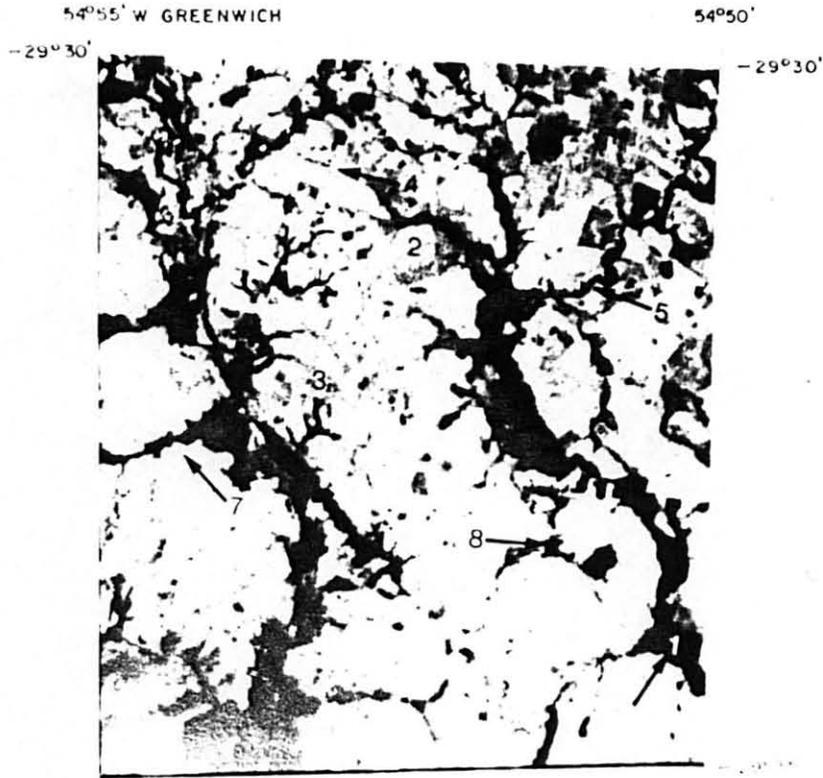


Área-teste - Boqueirão

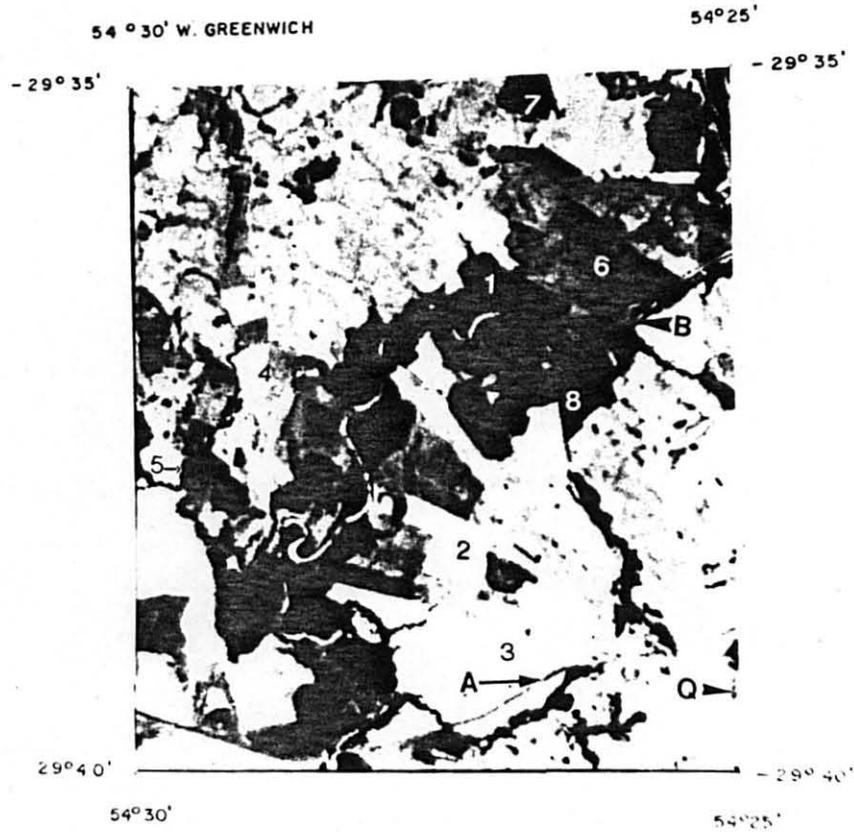


Área-teste - Espinilho Grande

FIGURA 13 - Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 7, em escala aproximada 1:100.000.



Área-teste - Passo dos Veados



Área-teste - Passo do Toropi

FIGURA 14 - Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 7, em escala aproximada 1:100.000.

e absorção da água em torno de 100%. Partindo-se dessa citação verificou-se nesta área-teste, a floresta ciliar (1) por possuir umidade nas folhas, traduzindo-se na tonalidade cinza escuro, ao passo que os campos (3), por apresentarem menos umidade em suas folhas, traduziram-se na tonalidade cinza médio, em contrapartida a agricultura (2) e (8) apresentou-se com a tonalidade cinza médio claro por possuir maior resposta espectral que a agricultura;

Comparando-se a banda 7 com as demais, para os temas propostos, verifica-se uma igualdade nas respostas espectrais, com a banda 3, para o tema de florestas ciliares (1) e agricultura (2) e (7), perdendo em nitidez para as estradas (4) e campo (3).

Destacaram-se nesta banda os afloramentos rochosos, associados com os campos (3), apresentando tons de cinza mosqueados.

4.1.7.2 - Área-teste do Espinilho Grande

Embora seja possível identificar a floresta ciliar (1), quando em suas margens estiverem os campos (3), o mesmo não aconteceu quando os limites da agricultura (7) e açudes (A) e (B) chegam a mata ciliar (1), pois confundem-se com tonalidades cinza escuro. Nesta área-teste é possível identificar os três estágios da cultura do soja em (2), (6) e (7).

Os campos (3) confundiram-se com a tonalidade da agricultura (2) e estradas (4), mas estes podem ser identificados pela sua forma retilínea.

Comparando-se esta banda e a área-teste com as demais, verificou-se que para os temas em discussão, as bandas 3 e 2 ofereceram melhores interpretações.

4.1.7.3 - Área-teste do Passo dos Veados

Percebeu-se através da banda 7, que as áreas de agricultura destacaram-se pela sua forma geométrica, apresentando-se a tonalidade cinza médio claro, não confundindo-se com os demais temas. entretanto, quando a agricultura (2) apresentou um certo estágio de desenvolvimento, confundiu-se com a tonalidade dos campos (3). Em compensação, a floresta ciliar (1) em tonalidade cinza escuro, apresenta seus limites perfeitamente identificados. Comparando-se a banda 7 com as demais bandas e áreas-teste respectivamente entre si, a mesma possui maior informação no delineamento das agriculturas.

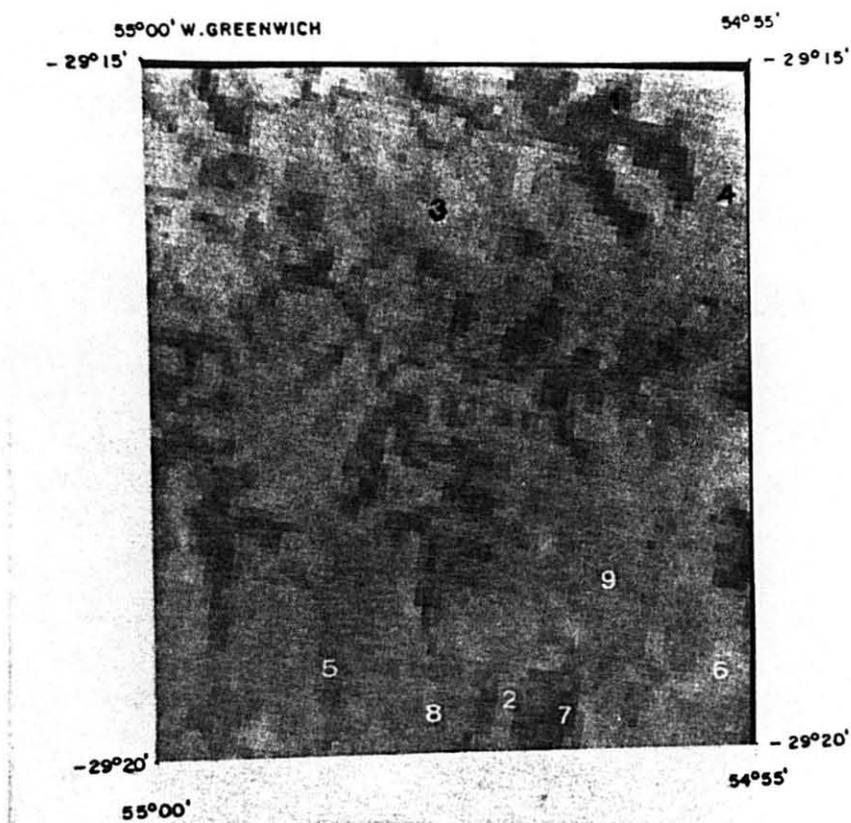
4.1.7.4 - Área-teste do Passo do Toropi

A área-teste do Passo do toropi, caracterizou-se pelo uso da terra com agricultura (2). (8) e (6), onde se desenvolve a cultura do arroz. Esse tema analisado pela banda 7, como os demais temas, apresentou-se as mesmas tonalidades da banda 3, para essa mesma área, perdendo-se apenas a identificação das estradas e o rio principal pela banda 3.

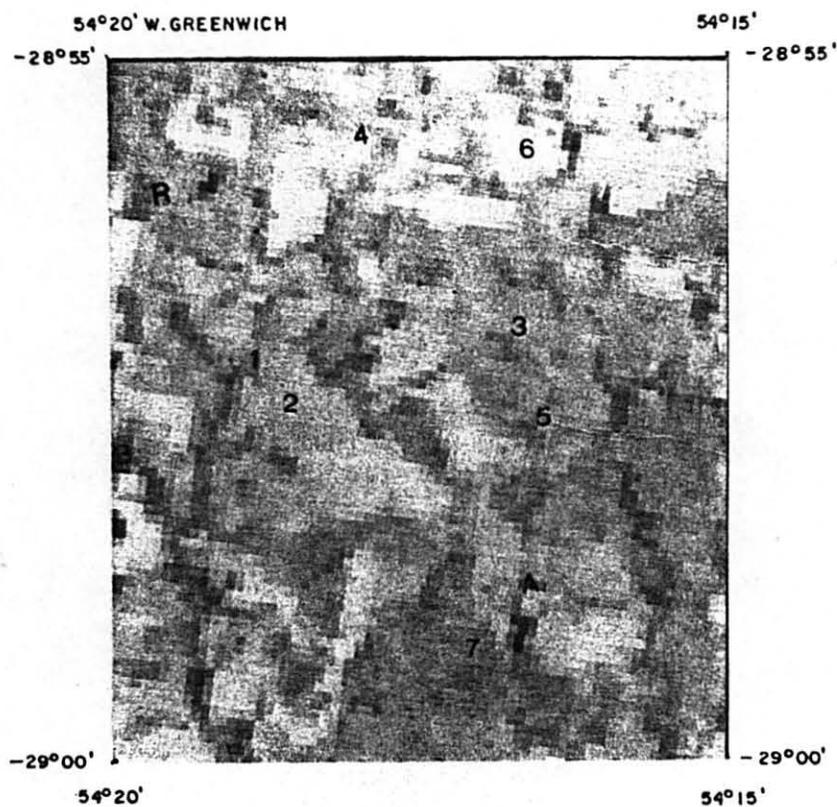
4.1.8 - Análise da banda 6

As FIGURAS 15 e 16 ilustram as imagens da banda 6, referentes as quatro área-teste. foram identificados pontos do uso da terra que tem a seguinte correspondência:

- (1) Floresta ciliar;
- (2) (7) Agricultura;
- (3) Campos;
- (4) Estradas;

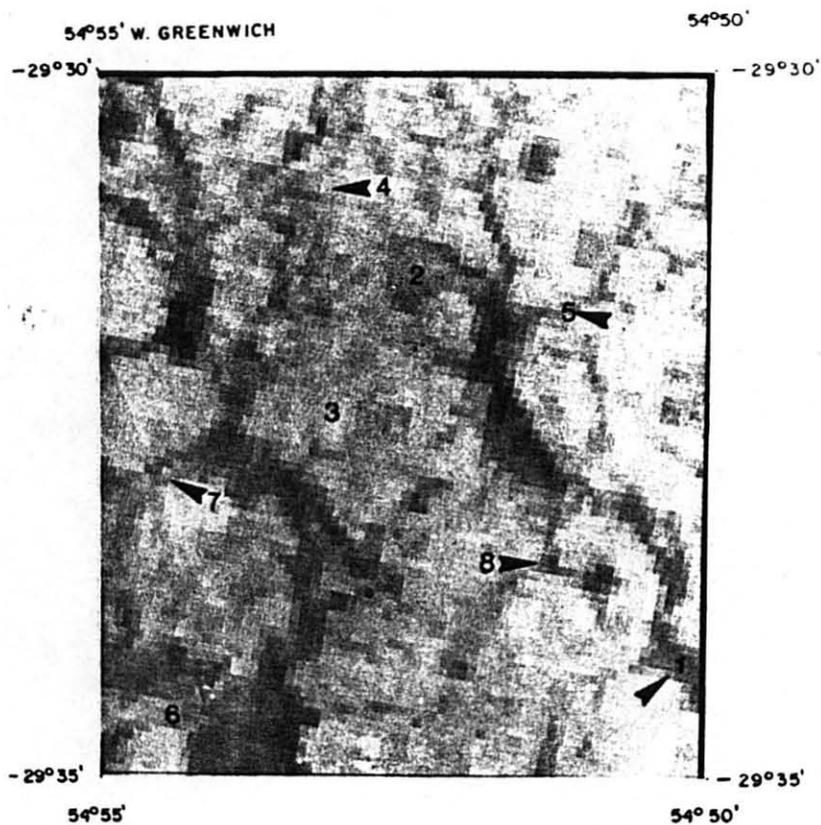


Área-teste - Boqueirão

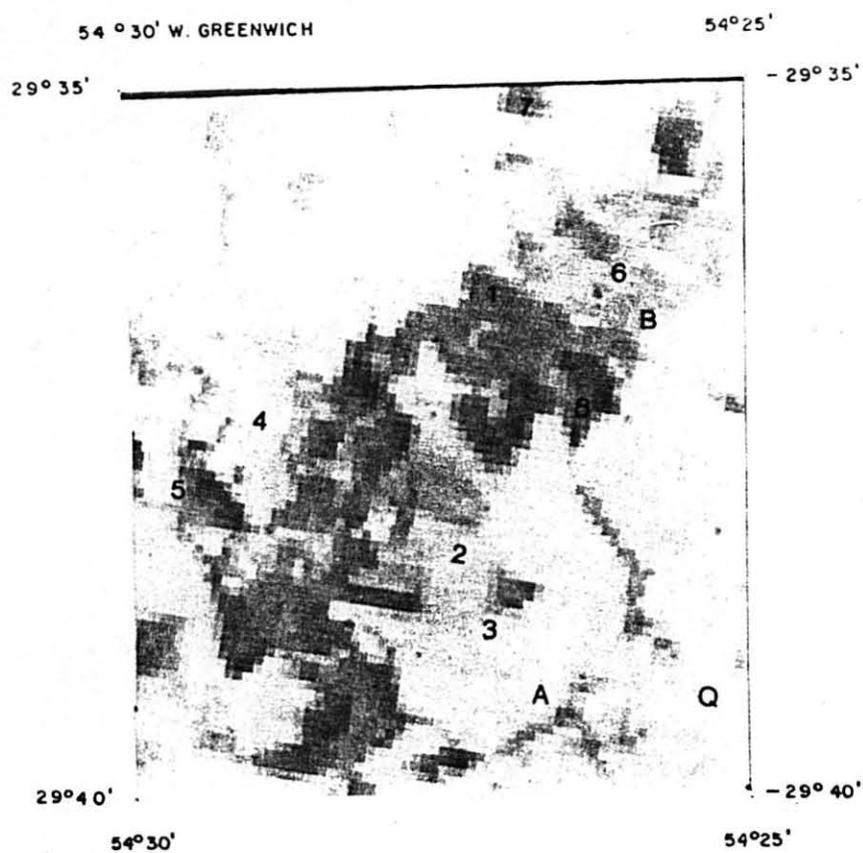


Área-teste - Espinilho Grande

FIGURA 15 - Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na banda 6, em escala aproximada 1:100.000.



Área-teste - Passo dos Veados



Área-teste - Passo do Toropi

FIGURA 16 - Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na banda 6, em escala aproximada 1:100.000

- (5) Rede de drenagem;
- (6) Queimadas;
- (8) Temas conflitantes;
- (9) Reflorestamento.

4.1.8.1 - Área-teste do Boqueirão

Analisando-se a área-teste do Boqueirão, pode-se identificar a floresta ciliar (1) e agricultura (7), não com seus limites perfeitos, mas com uma aproximação. Por serem corpos mais frios que os temas de campo (3), estrada (4), rede de drenagem (5) e solos expostos (8), apresentaram tonalidade cinza médio escuro. Os demais temas ficaram prejudicados na sua identificação.

4.1.8.2 - Área-teste do Espinilho Grande

Essa área-teste é tipicamente de agricultura, desenvolvendo-se a cultura do soja. Como se pode ver, as culturas do soja (2) e (6) apresentaram alto poder de emissividade de calor, considerando-se também a possível influência do tipo de solo, traduzindo-se, estas culturas, em cinza médio claro, que por sua vez destacaram-se dos campos (3), floresta ciliar (1), açudes (A) e (B) e reflorestamento (R), por serem corpos mais frios. Já o estágio da cultura do soja (7) apresenta a mesma tonalidade cinza médio dos campos (3).

4.1.8.3 - Área-teste do Passo dos Veados

Em termos de separabilidade de temas para essa área-teste,

a banda 6 permite a visualização das florestas ciliares (1) e os campos (3). A agricultura (2) neste estágio de desenvolvimento não foi possível separar.

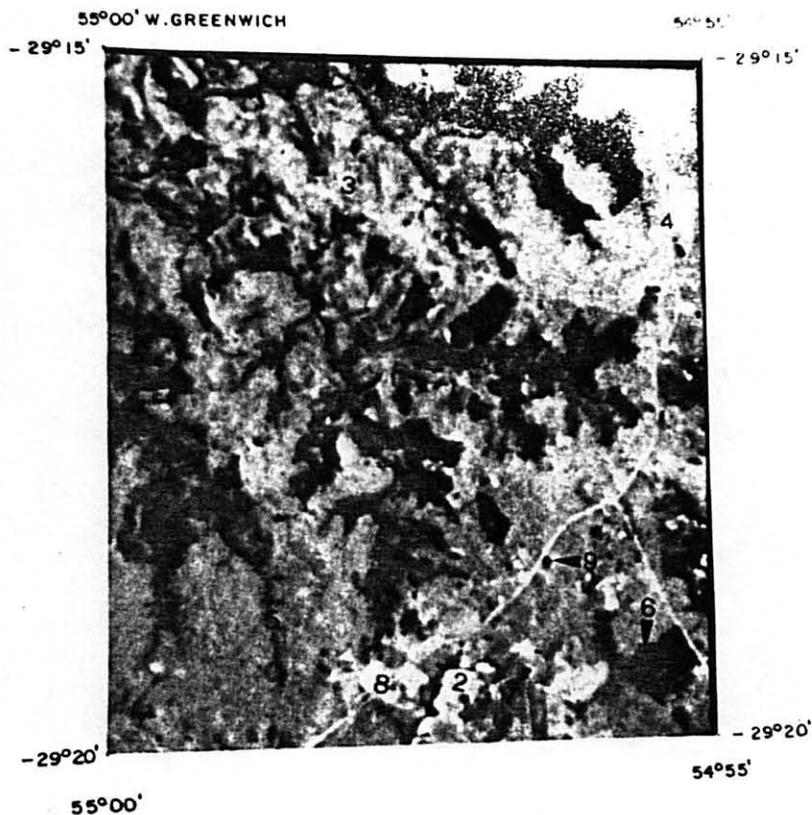
4.1.8.4 - Área-teste do Passo do Toropi

Verifica-se que a agricultura com arroz (6), confunde-se com a floresta ciliar (1), enquanto que existe uma separabilidade de tons de cinza da agricultura do arroz (8) com floresta ciliar (1). Nesta data, não foi possível separar o estágio da cultura do arroz (2) com os campos. No mesmo sentido, as estradas (4) não puderam ser identificadas, confundindo-se com os campos (3). É impraticável a identificação da rede de drenagem devido ao caráter resolutivo do "pixel" que é de 120 x 120 m.

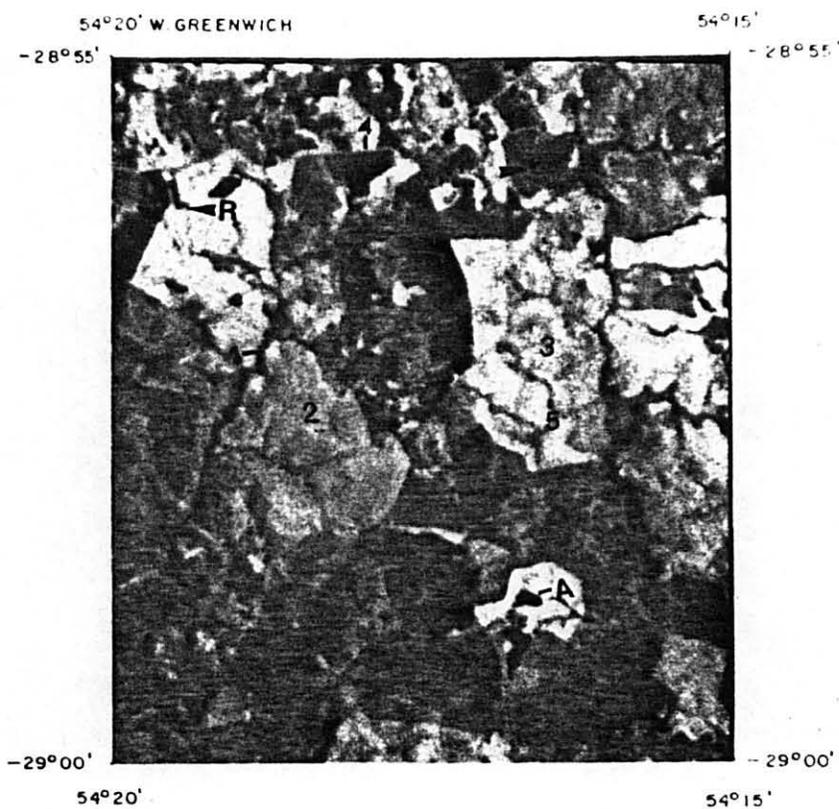
4.1.9 - Análise da composição falsa cor nas bandas 2, 3 e 4

AS FIGURAS 17 e 18 apresentam as imagens de composição falsa cor, nas bandas 2, 3 e 4, referentes as quatro áreas-teste. Identificou-se sobre estas imagens pontos que tem a seguinte correspondência:

- (1) Floresta ciliar;
- (2) (7) Agricultura;
- (3) Campos;
- (4) Estradas;
- (5) Rede de drenagem;
- (6) Queimadas;
- (8) Temas conflitantes;
- (9) Reflorestamento.



Área-teste - Boqueirão



Área-teste - Espinilho Grande

FIGURA 17 - Áreas-teste de Boqueirão e Espinilho Grande, na composição falsa cor 2, 3 e 4, em escala aproximada 1:100.000.



Área-teste - Passo dos Veados



Área-teste - Passo do Toropi

FIGURA 18 - Áreas-teste de Passo dos Veados e Passo do Toropi, na composição falsa cor 2, 3 e 4, em escala aproximada 1:100.000.

4.1.9.1 - Área-teste do Boqueirão

Os temas de uso da terra propostos, são perfeitamente destacados com as cores seguintes:

A floresta ciliar (1) foi identificada pela cor vermelho, com textura suave, forma irregular e limites definidos.

A agricultura (2) e (7), em fase de desenvolvimento, possui a cor azul claro, enquanto que a agricultura (7), num estágio superior que a (2), apresentou-se com a cor vermelho alaranjado.

Os campos (3) destacaram-se pela cor azul claro, textura suave e forma irregular. As estradas (4) são perfeitamente nítidas e apresentaram a cor azul claro, enquanto que em (8) a mesma confundiu-se com a agricultura.

Destacaram-se, também, o reflorestamento (9) com a cor tendendo para o marrom, enquanto que as queimadas (6) foram perfeitamente dectáveis.

4.1.9.2 - Área-teste do Espinilho Grande

Verificou-se, nessa área, as diferenças de separabilidade entre todos os temas propostos.

A agricultura, que é a principal característica desta área, onde se desenvolve o cultivo do soja, apresentou três níveis:

- Cultivo do soja (2) no estágio inicial, onde há maior reflectância do solo, foi interpretado pela cor azul claro;

- Cultivo do soja (6) no estágio mais avançado que o (2), foi interpretado pela cor azul médio;

- Cultivo do soja (7) no estágio mais avançado que (6) e (2), foi identificado pela cor preta com manchas de vermelho no seu interior. Essa cor deve-se ao fato de que o soja predomina na reflectância do solo.

Os campos (3), foram identificados pelo azul claro e as estradas (4), foram identificadas pela cor azul claro e sua forma retilínea.

O reflorestamento (R), foi identificado pela cor marrom e sua forma geométrica.

Os açudes evidenciaram-se em dois tipos. O primeiro (A) identificado pela cor preta e sem sedimentos, isto é, não poluído.

O segundo (B), interpretado pela cor azul escuro onde apresenta sedimentos em suspensão.

A rede de drenagem, embora não possuindo canais com largura suficiente para serem detectados pela escala de imagem, foi interpretada seguindo-se os padrões das florestas ciliares.

4.1.9.3 - Área-teste do Passo dos Veados

Área que apresenta atividades básicas nos minifúndios como pode ser visto na agricultura (4). Identificou-se os tamanhos de propriedades, mas houve dificuldade em saber qual o tipo de cultura. Foram identificadas desde a cor azul claro (7), onde predomina maior reflectância do solo sobre o cultivo, até o vermelho claro (6) e (2), onde o cultivo predomina na resposta espectral sobre o solo.

Também nesta área-teste a floresta ciliar (1) apresentou-se com a cor vermelho, forma irregular e textura lisa.

Os campos (3) e as estradas (4), nesta região, apresentaram a cor azul, sendo que as estradas foi um pouco mais claro, identificados pela linearidade peculiar de seu traçado. Da mesma forma, foi possível identificar as áreas úmidas (8) pela cor preta.

4.1.9.4 - Área-teste do Passo do Toropi

Área eminentemente onde predomina o arroz irrigado, a composição falsa cor tornou-se mais eficaz na separabilidade de sistemas. Identificou-se nitidamente os três estágios de desenvolvimento do arroz (2), (6) e (8), bem como o arroz que possui água no seu interior.

Existe uma certa semelhança entre o arroz (8) com a mata ciliar (1). Por outro lado, os demais temas como estradas (4), campos (3), estradas (A) e queimadas (Q), foram perfeitamente distinguíveis.

4.2 - ANÁLISE QUANTITATIVA

4.2.1 - Evolução do uso da terra entre 1975 - 1986

Os resultados da amostragem de 4.440 pontos, aplicada sobre os aerofotogramas de 1975, estão dispostos na TABELA 18 e a amostragem de 4.884 pontos, aplicada sobre a composição colorida falsa cor, nas bandas 2, 3 e 4 de 1986, encontram-se expressos na TABELA 19, enquanto que o quadro evolutivo do período é mostrado na TABELA 20.

TABELA 18 - Quantificação do uso da terra - 1975.

Uso da terra	Área (ha)	Proporção	Erro Amostr.	Ic (ha)
Florestas	5.093,00	0,1662	6,57	± 335,00
Campos	16.871,00	0,5227	2,64	± 446,00
Agricultura	8.176,00	0,2678	4,86	± 398,00
Outros	385,00	0,0126	26,01	± 100,00
Total	30.525,00	-	-	-

TABELA 19 - Quantificação do uso da terra - 1986.

Uso da terra	Área (ha)	Proporção	Erro Amostr.	Ic (ha)
Florestas	5.681,00	0,1862	5,86	± 333,00
Campos	13.370,00	0,4380	3,17	± 425,00
Agricultura	11.050,00	0,3620	3,72	± 411,00
Outros	424,00	0,0139	23,62	± 100,00
Total	30.525,00	-	-	-

TABELA 20 - Evolução do uso da terra no conjunto das áreas-teste.

Uso da terra	Evolução (ha)	%
Florestas	+ 586,00	11,50
Campos	- 3.501,00	20,75
Agricultura	+ 2.874,00	35,15
Outros	+ 39,00	10,13

Analisando-se a TABELA 18, verificou-se que o uso da terra de maior representatividade no conjunto das áreas-teste, em 1975, era a dos campos naturais, enquanto que parcela significativa da área era ocupada por cultivos agrícolas. Nestas zonas de campo, há uma predominância de florestas ciliares sobre os outros tipos florestais, sendo que a proporção da área florestal encontrada é constituída, basicamente, por este tipo de floresta.

No que tange a precisão da amostragem, observou-se que a mesma foi eficiente na quantificação dos três grandes grupos de uso da terra, pois a mesma foi efetuada com erros, que apresentaram índices inferiores a 10%, que é o nível de precisão, normalmente adotado para este tipo de levantamento.

Conforme a TABELA 19, onde estão dispostos os dados quantitativos do uso da terra, em 1986, observou-se que, nesta época, a predominância continuava a ser dos campos naturais. Entretanto, houve um incremento significativo nas áreas da agricultura, o que pode ser constatado na TABELA 20, e este aumento deu-se principalmente, sobre as áreas de campo, as quais sofreram sensível redução. Constatou-se igualmente um pequeno acréscimo na área florestal, o que pode ser explicado, devido ao surgimento de novas áreas florestais (eucaliptos), pois nestas regiões de campo não é comum o desmatamento de florestas ciliares, as quais podem ser observadas como que praticamente inalteradas no período.

É observado no Rio Grande do Sul, que o avanço da agricultura em áreas originais de campo, é acompanhado pela implantação de florestas, em razão da necessidade de matéria prima energética para o processo de sacagem de grãos (arroz, soja e trigo), e de matéria prima para edificações rurais, sendo que o tipo de material em uso existente nas florestas ciliares, normalmente não se presta a estes graus de utilização, além, é claro, das restrições legais aos cortes indiscriminados.

Outra explicação para este aumento está na amostragem, pois verificou-se que ao nível de 0,01 não há diferença significativa entre as proporções, pois o valor da variável padronizada Z , calculada, está compreendida no intervalo -2,58 a 2,58, podendo as áreas florestais serem consideradas iguais, a este nível, e a diferença ser atribuída ao acaso, e como o reflorestamento é praticamente nulo em áreas de florestas ciliares, esta hipótese de igualdade é muito provável.

4.2.2 - Correspondência quantitativa entre o uso da terra e as classes de tonalidade

Os resultados referentes à correspondência quantitativa entre o uso da terra e as classes de tonalidade estão dispostos nas TABELAS de 21 a 27, sendo representados os percentuais que cada grupo de uso da terra ocupam nas diferentes classes de tonalidades, conforme mencionado anteriormente.

TABELA 21 - Percentual do uso da terra, por tonalidades, na banda 1.

Uso da terra	Tonalidade			
	Cinza escuro	Cinza médio escuro	Cinza médio	Cinza médio claro
Campos	1,60	98,40	0	0
Florestas	89,30	10,80	0	0
Agricultura	56,20	34,30	9,50	0

TABELA 22 - Percentual do uso da terra, por tonalidade, na banda 2.

Uso da terra	Tonalidade			
	Cinza escuro	Cinza médio escuro	Cinza médio	Cinza médio claro
Campos	1,60	2,10	96,30	0
Florestas	81,50	7,70	10,80	0
Agricultura	17,10	43,80	26,70	12,40

TABELA 23 - Percentual do uso da terra, por tonalidade, na banda 3.

Uso da terra	Tonalidade			
	Cinza escuro	Cinza médio escuro	Cinza médio	Cinza médio claro
Campos	1,10	58,30	40,60	0
Florestas	83,10	9,20	7,70	0
Agricultura	11,40	38,50	46,70	3,80

TABELA 24 - Percentual do uso da terra, por tonalidade, na banda 4.

Uso da terra	Tonalidade			
	Cinza escuro	Cinza médio escuro	Cinza médio	Cinza médio claro
Campos	0	82,40	17,60	0
Florestas	1,50	6,20	56,90	35,40
Agricultura	5,70	66,70	27,60	0

TABELA 25 - Percentual do uso da terra, por tonalidade, na banda 5.

Uso da terra	Tonalidade			
	Cinza escuro	Cinza médio escuro	Cinza médio	Cinza médio claro
Campos	3,20	2,10	71,10	23,60
Florestas	92,40	1,50	4,60	1,50
Agricultura	51,40	16,20	20,00	12,40

TABELA 26 - Percentual do uso da terra, por tonalidade, na banda 6.

Uso da terra	Tonalidade			
	Cinza escuro	Cinza médio escuro	Cinza médio	Cinza médio claro
Campos	0	4,80	69,50	25,70
Florestas	0	46,20	47,70	6,10
Agricultura	0	9,50	68,60	21,90

TABELA 27 - Percentual do uso da terra, por tonalidade, na banda 7.

Uso da terra	Tonalidade			
	Cinza escuro	Cinza médio escuro	Cinza médio	Cinza médio claro
Campos	1,60	3,20	93,60	1,60
Florestas	93,90	1,50	4,60	0
Agricultura	25,70	34,30	21,90	18,10

Analisando-se a TABELA 21, que se refere aos percentuais de cada grupo de uso da terra, na banda 1, verificou-se que quanto aos campos, a tonalidade predominante é o cinza médio escuro, praticamente não se constatando outra tonalidade neste grupo. Já as áreas de florestas são caracterizadas pela tonalidade cinza escuro, havendo algumas áreas com tonalidades cinza médio escuro, o que em alguns locais, confunde-se com campos alagados que apresentam o mesmo nível de tons.

Com relação as áreas de agricultura, onde existem uma variabilidade de culturas (arroz, soja, milho), em diferentes estágios simultaneamente (solo preparado, emergência, desenvolvimento), há uma diversidade acentuada nos tons de cinza, desde o cinza médio, com menor freqüência, ao cinza escuro, de maior freqüência, neste caso, confundindo-se com as áreas de florestas.

A banda 2, cujos resultados da avaliação quantitativa estão na TABELA 22, apresenta os campos com uma tonalidade predominante de cinza médio, as florestas cinza escuro e a agricultura com uma variação de cinza médio claro ao cinza escuro, com predominância do cinza médio escuro. Pelos dados analisados na TABELA da banda 2, esta oferece melhores condições de separabilidade dos grupos de uso da terra, em comparação com a banda 1.

A TABELA 23 mostra os resultados da associação do uso da terra por tonalidade, observadas na banda 3 e, neste sentido, verificou-se uma variabilidade do cinza médio ao cinza médio escuro, e este, com maior freqüência. As áreas de florestas, nesta banda, pelo baixo índice de reflexão, apresentaram-se com tonalidade cinza escuro. Considerando as áreas de agricultura, a variabilidade de tons persiste, pelas razões anteriormente apresentadas e, no caso dessa banda, em relação as anteriores, estas áreas tendem a se apresentar com tonalidades mais claras; pelos dados dispostos nesta TABELA, não se verifica uma diferenciação signi-

ficativa no potencial do uso da terra nas bandas 2 e 3.

A banda 4, que registra a reflexão no infravermelho próximo, tem seus resultados apresentados na TABELA 24 e, de acordo com estes, as áreas de campo tem tonalidades basicamente cinza médio escuro, enquanto que as florestas tem a tonalidade cinza médio a cinza médio claro. As áreas de agricultura apresentam em sua maioria cinza médio escuro e, em menor freqüência, cinza médio, o que dificulta a separabilidade da agricultura de campo nesta faixa espectral. Entretanto, pelo que se verifica, é a melhor condição de separabilidade das áreas de florestas, em relação a esses dois grupos.

A TABELA 25 apresenta os resultados referentes a banda 5, a qual, em relação aos campos, mostra que estes tem uma tonalidade de maior freqüência, que é o cinza médio, também apresentando, com alguma significância, o cinza médio claro. Para as florestas, nesta banda, foi constatada uma maior incidência do cinza escuro, entretanto as áreas agrícolas, neste nível, de cinza, também apresentaram uma significativa resposta, o que traduz, em certos casos, dificuldade na separabilidade das áreas de florestas das áreas agrícolas quando no processo visual.

Analisando-se a TABELA 26, que se refere a banda do infravermelho termal, banda 6, constatou-se que as áreas de campo apresentaram um predomínio do cinza médio, enquanto que as florestas apresentaram uma intensidade equivalente de cinza médio escuro e cinza médio; as áreas agrícolas têm, predominantemente, o cinza médio como tonalidade principal, seguido pelo cinza médio claro. A separabilidade dos grupos de uso da terra, nessa banda, apresentou maior dificuldade, pois, pelos dados observados, verificou-se níveis acentuados de diferenciação entre um tom e outro.

Em relação a banda 7, cujos dados estão dispostos na TABELA 27, verificou-se que as áreas de campo apresentaram, em sua gran-

de maioria, o cinza médio como tonalidade, enquanto que o cinza escuro é a tonalidade que caracteriza todas as áreas florestais, nesta banda, e com respeito a agricultura, observou-se percentuais semelhantes de tonalidades, com leve predominância do cinza médio escuro.

Com relação aos percentuais apresentados nas TABELAS anteriormente discutidas, verificou-se, em alguns casos, a presença de baixos percentuais em classes de tonalidade distantes daquela classe que a caracteriza, com maior freqüência no grupo de uso da terra.

5. CONCLUSOES E RECOMENDAÇÕES

Em vista dos resultados apresentados, pode-se concluir e recomendar:

1- As bandas e os temas que mais corresponderam a testemunha (verdade de campo em aerofotogramas), examinando-se as quatro áreas propostas, ficaram assim discriminadas:

Bandas	Temas				
	Florestas	Cultivos agrícolas	Campos	Rede viária	Rede de drenagem
1	regular	regular	regular	ruim	regular
2	bom	bom	bom	bom	regular
3	bom	bom	bom	bom	bom
4	bom	ruim	regular	ruim	regular
5	bom	ruim	bom	bom	bom
6	ruim	ruim	ruim	ruim	ruim
7	bom	pior	bom	regular	bom
2/3/4	ótimo	ótimo	ótimo	ótimo	ótimo

2- Concluiu-se que as imagens TM 5, combinando-se os resultados das bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e composição falsa cor, se prestam para interpretação de temas ligados ao uso da terra, especialmente os temas averiguados nesta pesquisa.

3- Concluiu-se que a tematização, em uma única banda, não é aconselhável por apresentar resultados insatisfatórios. Um mínimo de 3 bandas pode dar resultados satisfatórios.

4- Concluiu-se, também, que a avaliação de áreas sobre temas interpretados em imagens orbitais, não correspondem as áreas avaliadas em aerofotogramas, apesar de grandes proximidades do resultado.

Referindo-se as bandas, os temas que mais corresponderam a testemunha, composição falsa cor, bandas 2, 3 e 4, em consideração as tonalidades, ficaram assim discriminadas:

5- Para a banda 1, as florestas se definiram melhor no cinza escuro, os campos no cinza médio escuro, as demais tonalidades não foram representativas.

6- Para a banda 2, as florestas tiveram uma grande representação na tonalidade cinza escuro, a agricultura destacou-se no cinza médio escuro, os campos ficaram melhor definidos no cinza médio.

7- Para a banda 3, as florestas destacaram-se no cinza escuro, os campos salientaram-se no cinza médio escuro e a agricultura no cinza médio.

8- Para a banda 4, as florestas sobressaíram no cinza médio, os campos e a agricultura salientaram-se no cinza médio escuro.

9- Para a banda 5, as florestas apresentaram melhor definição no cinza escuro, os campos no cinza médio e a agricultura no cinza escuro.

10- Para a banda 7, as florestas melhor se definiram no cinza escuro, os campos no cinza médio e a agricultura no cinza médio escuro.

11- Em função dos dados observados na banda 7, pode-se dizer que esta é a que permitiu a melhor diferenciação dos temas de uso da terra, excluindo-se a composição falsa cor analisada.

12- Recomenda-se pesquisa semelhante para outras regiões do Estado e do País, por ser o Brasil um País muito diversificado em sua paisagem e meio ambiente.

13- Recomenda-se pesquisar os demais temas tradicionais do uso da terra, usando-se a mesma metodologia.

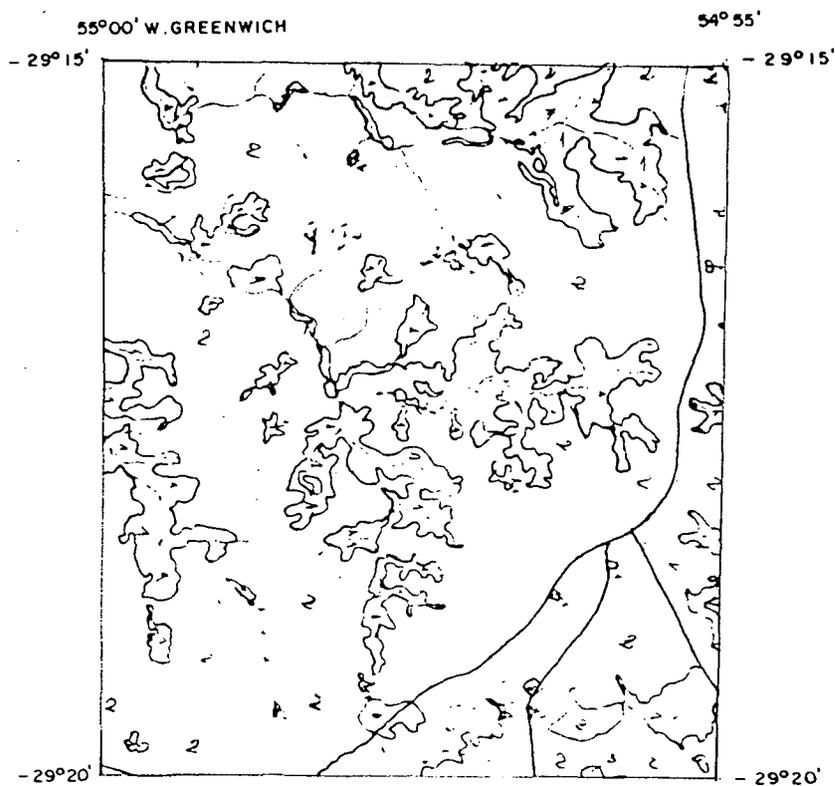
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFLOVEM/UFSM. Associação dos Florestadores e Reflorestadores Verticalizados de Madeira do RS e Universidade Federal de Santa Maria. **Levantamento de Vegetações Exóticas da Região de Porto Alegre**. Santa Maria, 1985. 8p. (Relatório Técnico, não publicado).
2. ANDERSON, R.J. et alii. **A land use and land cover classification system for use with remote sensor data**. Washington, Geological Survey, 1976. (Paper n. 964).
3. ATAMAN, E.; APLPARSLAN, E.; YILDIRIM, H. & INCE, F. LANDSAT MSS and TM Classified images of altinova State Farm. **International Journal of Remote Sensing**. 1986. Vol. 7. n. 10:1199-1801.
4. BADWAR, G.D.; HENDERSON, K.E.; PITTS, D.E.; JOHNSON, W.R.; SESTAK, M.L.; WOOLFORD, T. & CARNES, J. Comparison of simulated Thematic Mapper data and Multispectral Scanner data. **Remote Sensing of Environment**, 14(1-3):247-255, Janeiro 1984.
5. BARTOLUCCI, L.A.; ROBINSON, B.F. & SILVA, L.R. Measurements of the spectral response of natural waters. **Photogrammetric Engineering and remote sensing**, 43(5):595-598, Maio 1957.
6. BERNARDI, A.S. & MENEZES, P.R. **Métodos indiretos de prospecção de turfas através de sensoriamento remoto**. INPE, 3416-PRE/682. Fevereiro, 1985. 19p.
7. CREPANI, E. **Princípios básicos de sensoriamento remoto**. INPE. Outubro 1983, S.J.C. SP. 19p.
8. DOTTAVIO, C.L. & DOTTAVIO, F.D. Potential benefits of new satellite sensors to wetland mapping. **Photogrammetric Engineering and remote sensing**, vol. 50, n.5, May 1984, 599-606.
9. FILHO, F.V.; PINTO, S.A.F. dos & NOVO, E.M.L. de M. **Identificação de áreas irrigadas através de imagens digitais TM/LANDSAT**. INPE-3919-PRE/954. s.J.C. SP. 1986. 15p.
10. FORTES, Amyr Borges. **Compêndio de geografia geral do Rio Grande do Sul**, 6ª ed. Porto Alegre, Sulina, 1979. 97p.

11. GARCIA, G.J. Perspectiva do sensoriamento remoto na análise ambiental. *Geografia*, 9(17), Outubro 1984, :133-143.
12. GIOTTO, E. *Análise da Dinâmica de Evolução da Cobertura Florestal e sua Quantificação por Métodos e Processos de Amostragem em Múltiplas Ocasões*. Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Eng^a. Florestal (UFPR). Curitiba, 1986.
13. HUECK, K. *As florestas da América do Sul*. São Paulo. Ed. Universidade de Brasília e Ed. Polígono, 1972, 466p.
14. INPE. Publicação nº 2226-MD/013, 1981.
15. INPE. Introdução ao Programa LANDSAT. São José dos Campos 1979b. 13p. (Mimeografado).
16. KÖPPEN, W. *Climatologia, con un estudio de los climas de la tierra*. Version de Pedro R. Hendrichs. México, Fondo de Cultura Económica. 1948. 478p.
17. LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTOS DOS SOLOS DO ESTADO DO RS. INCRA/RS - MA/DPP - SA/DRNR, Recife, 1973. 423p.
18. LUCHIARI, A. *Avaliação de dados obtidos pelo TM LANDSAT para implantação de projetos de colonização da Microrregião do Alto Purus, Estado do Acre*. INPE-3907-TDL/226. Maio 1986.
19. MADRUGA, P.R. de A. *Identificação de povoamentos de Pinus spp. e Eucalyptus spp. em imagens LANDSAT 5, através da chave de interpretação visual nos canais 3, 4 e 5, e leituras densitométricas na composição falsa cor (canais 2, 7 e 4)*. Monografia de Especialização do C.E.I.I.O.S.O/UFMS. Santa Maria, 1986. 42p.
20. MARTINI, P.R. Breves considerações sobre o sensoriamento remoto orbital e aplicações em hidrologia. INPE-3655-PRE/818. Setembro 1985. 21p.
21. NELSON, R.F.; LATTY, R.S. & MOTT, G. Classifying Northern Forests using Thematic Mapper simulation data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 50(5):606-617, May 1984.
22. NOVAES, R.A. & MARTINI, P.R. Perspectiva do sensoriamento remoto no Brasil; 1982-1986. In: *Simpósio Brasileiro do Sensoriamento Remoto. Anais*. Brasília, 1982. Vol. 1, 333p.
23. PEREIRA, R.S. *Quantificação e distribuição espacial do uso da terra com imagens TM do LANDSAT 5 no Município de Guaiíba-RS, em 1984*. Dissertação de Mestrado do C.P.G.E.A. UFMS. Santa Maria, 1986. 209p.
24. ROCHA, S.J.M. da. *Fotografias aéreas aplicadas ao planejamento físico rural*. Santa Maria, UFMS - Imprensa Universitária, 1978. 51p.
25. SANTOS, M.E. de L. *Avaliação dos sistemas de manejo, com base em levantamento do uso da terra através de técnicas de sensoriamento remoto*. Dissertação de Mestrado do C.P.G.A./UFPR. Curitiba, 1968. 188p.

26. AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of color aerial photography**. First Edition, 1968. 550p.
27. SUDESUL - SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO SUL. **Vegetação atual da Região Sul**. Porto Alegre, 1978. 180. (Série Planejamento de Estudos Regionais, nº 2).
28. TOWNSHEND, J.R.G. **Agricultural land-cover discrimination using thematic mapper spectral bands**. Int. J. Remote Sensing. 1984, Vol. 5, nº 4. :681-686.
29. U.S. GEOLOGICAL SERVICE AND NOAA. **LANDSAT 4. Data using handbook distribution blanches**. Alexandria, 1984. 250p.

A N E X O I

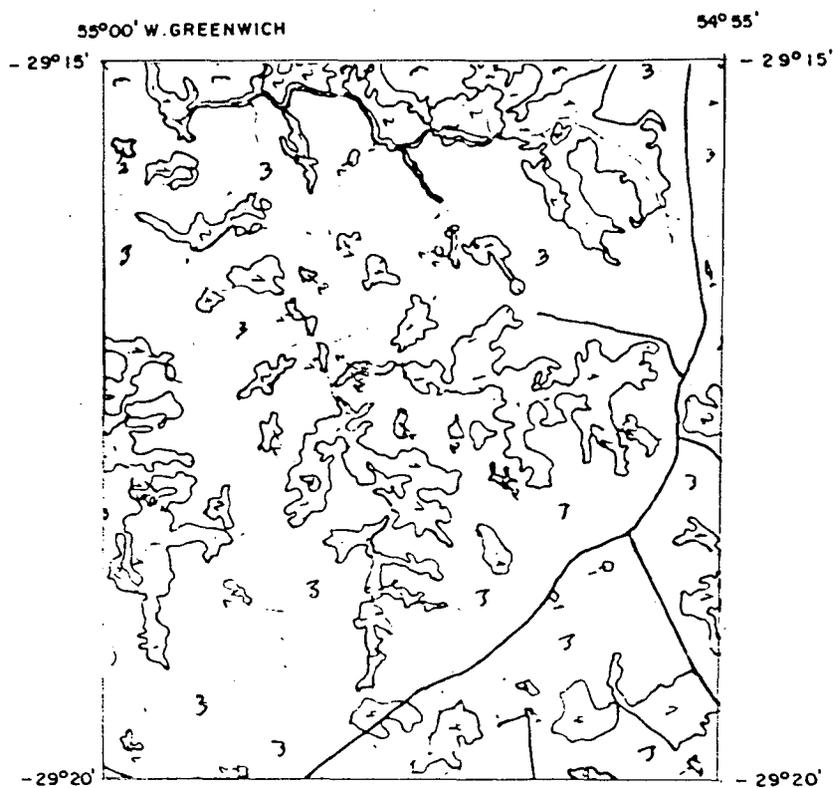


Área-teste - Boqueirão

Interpretação visual, imagem TM (banda 1), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

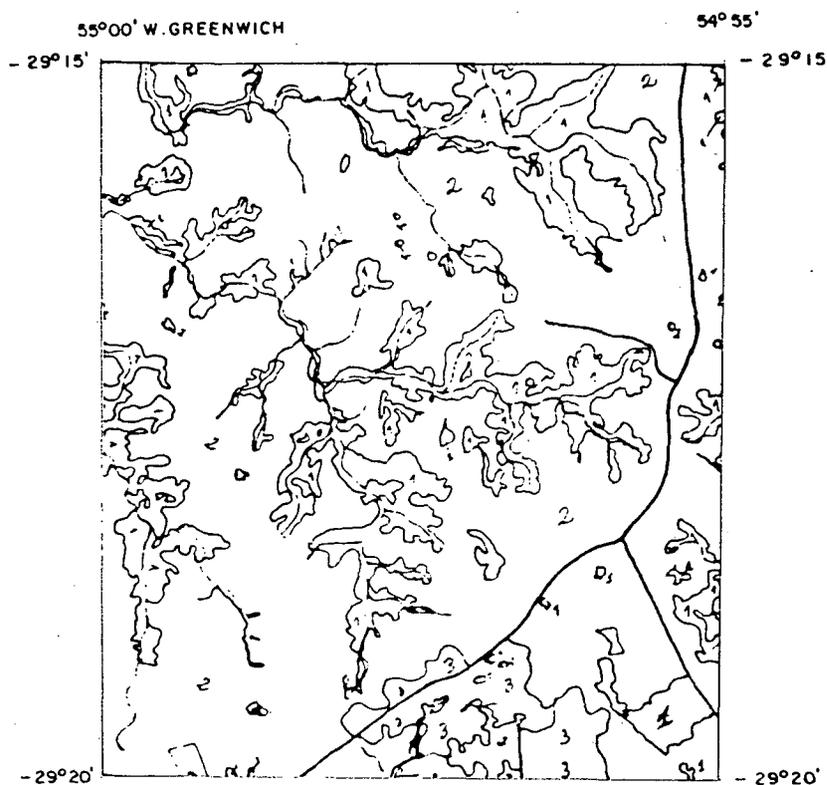


Área-teste - Boqueirão

Interpretação visual, imagem TM (banda 2), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

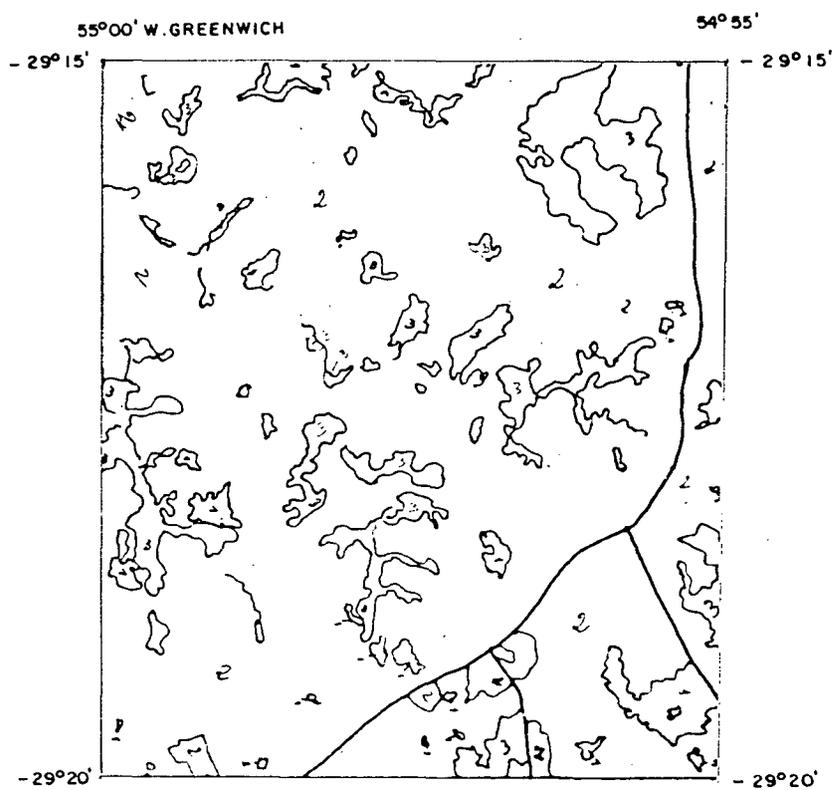


Área-teste - Boqueirão

Interpretação visual, imagem TM (banda 3), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

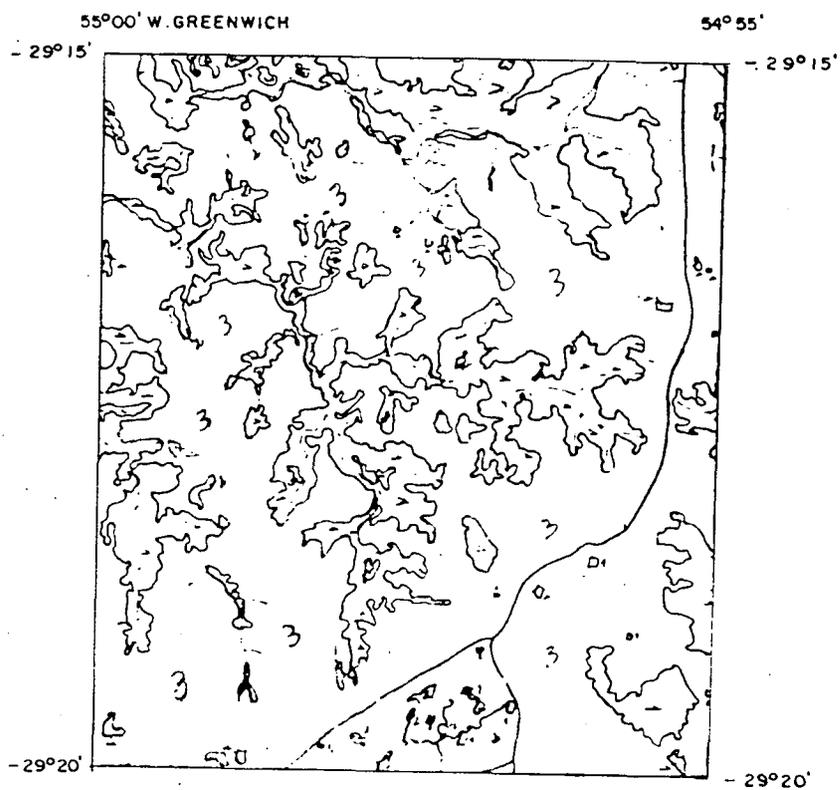


Area-teste - Boqueirão

Interpretação visual, imagem TM (banda 4), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

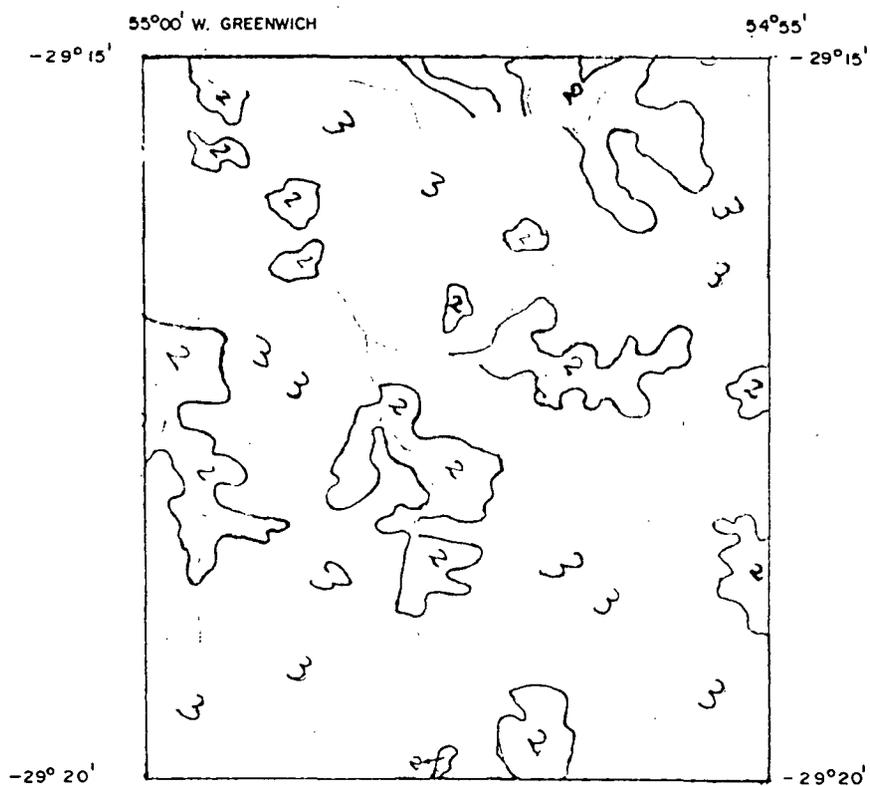


Área-teste - Boqueirão

Interpretação visual, imagem TM (banda 5), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

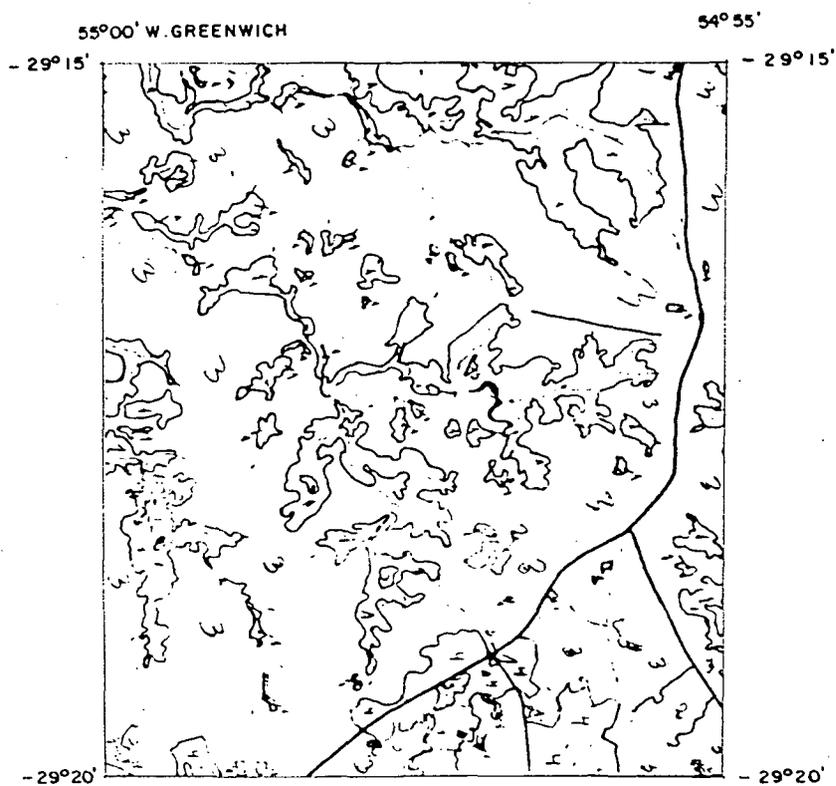


Área-teste - Boqueirão

Interpretação visual, imagem TM (banda 6), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

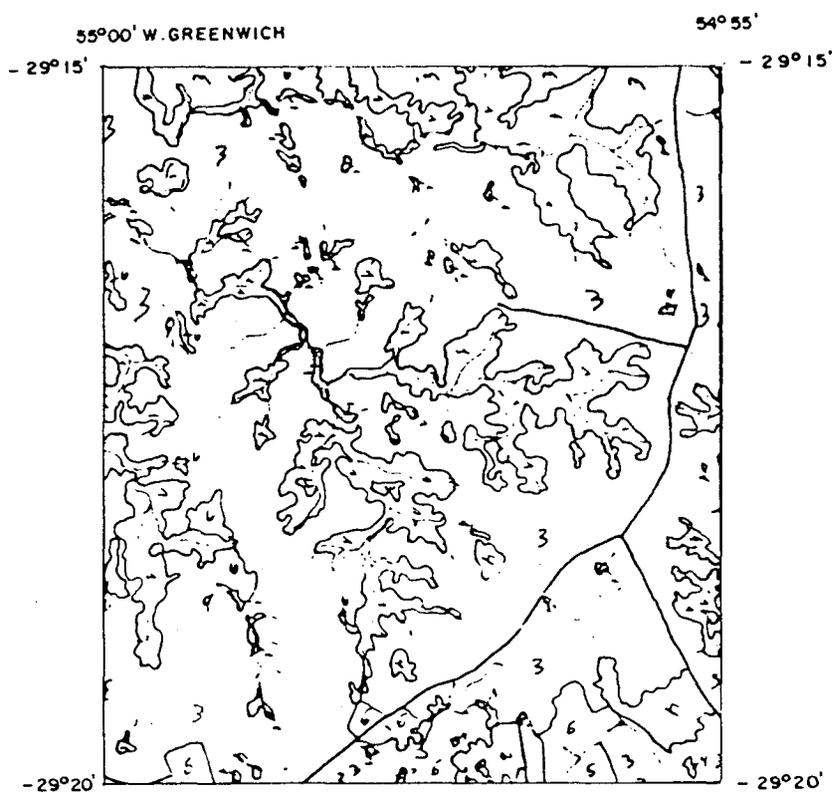


Área-teste - Boqueirão

Interpretação visual, imagem TM (banda 7), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

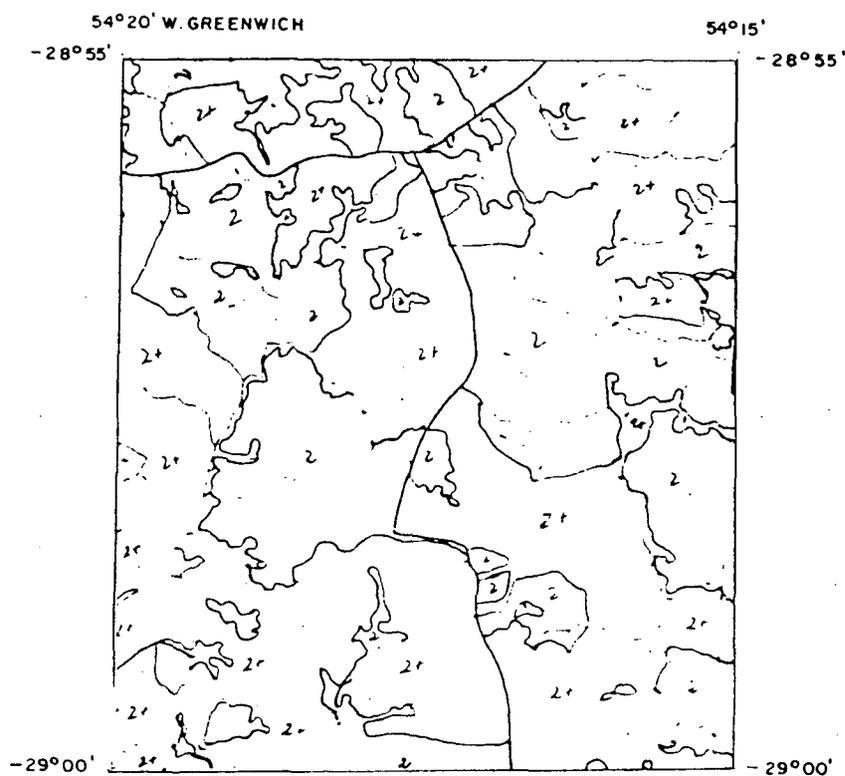


Área-teste - Boqueirão

Interpretação visual, imagem TM (banda 234), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convênções utilizadas:

1. Vermelho marrom
2. Vermelho claro
3. Azul claro
4. Azul escuro

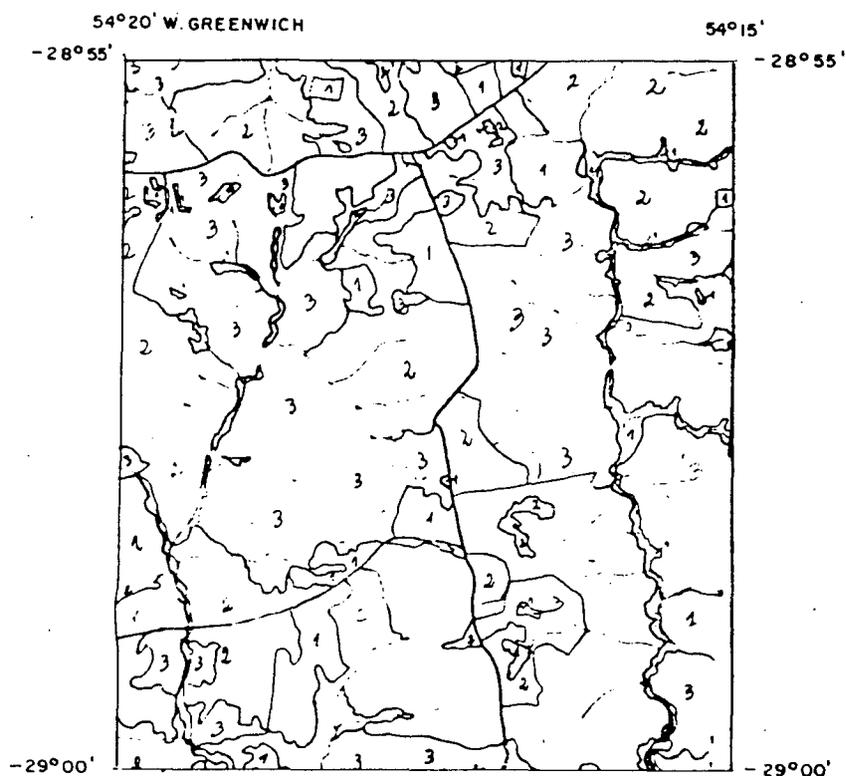


Área-teste - Espinilho Grande

Interpretação visual, imagem TM (banda 1), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

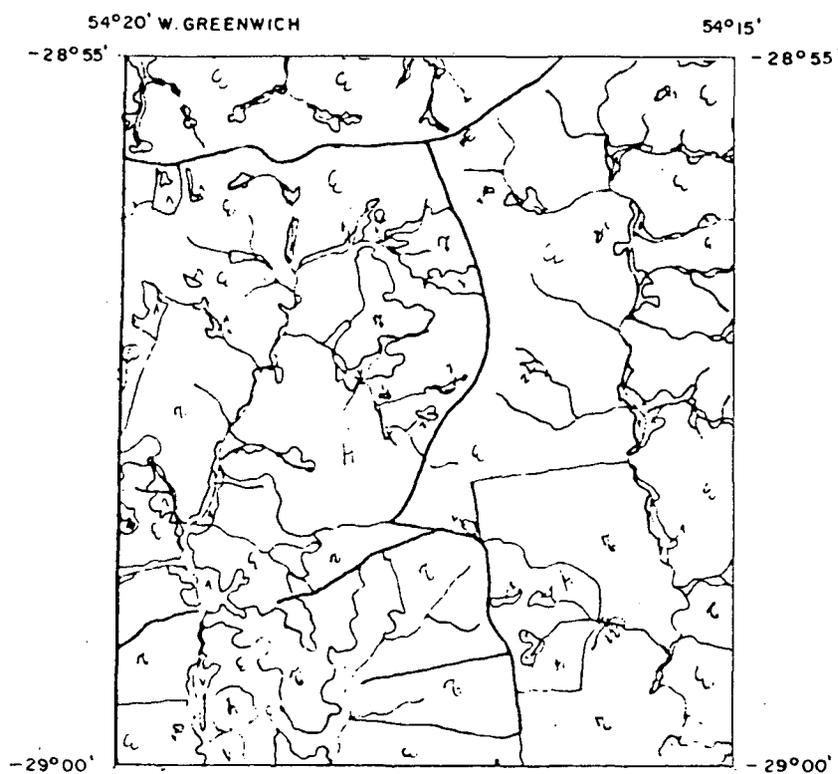


Área-teste - Espinilho Grande

Interpretação visual, imagem TM (banda 2), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

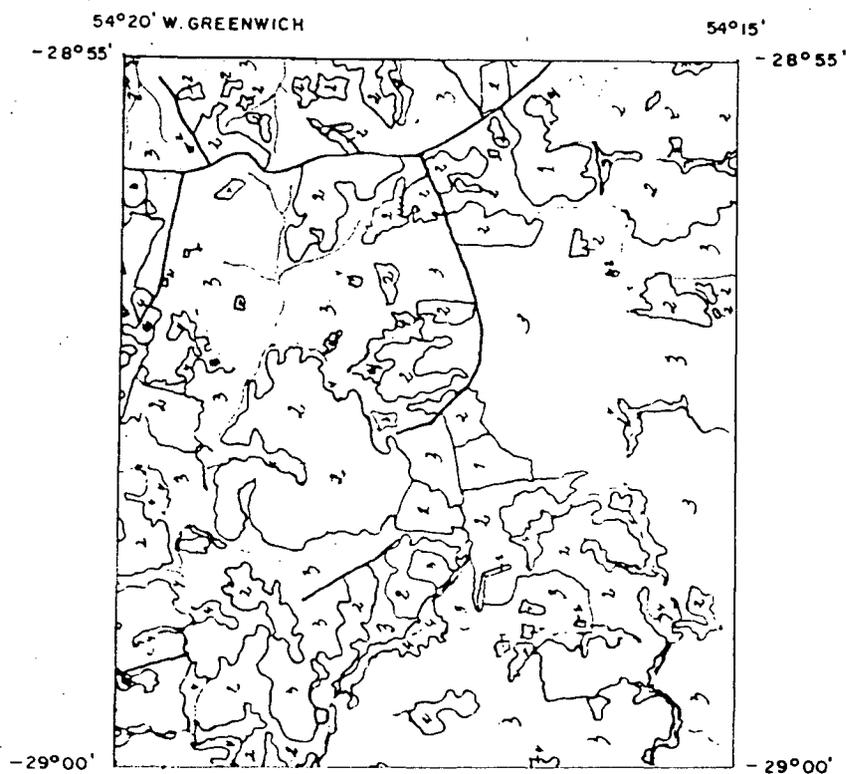


Área-teste - Espinilho Grande

Interpretação visual, imagem TM (banda 3), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

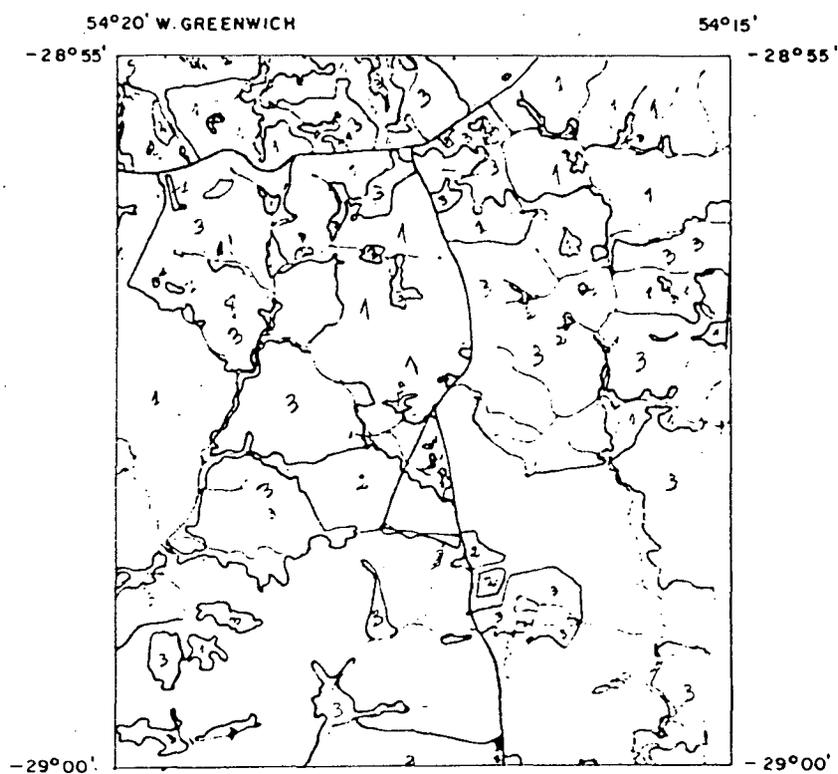


Área-teste - Espinilho Grande

Interpretação visual, imagem TM (banda 4), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

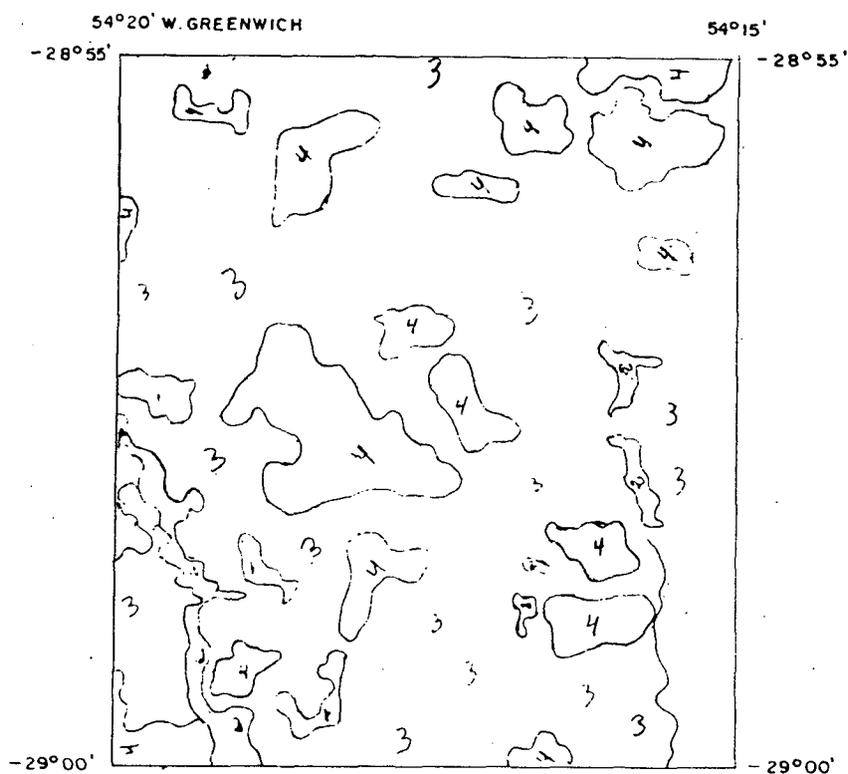


Área-teste - Espinilho Grande

Interpretação visual, imagem TM (banda 5), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

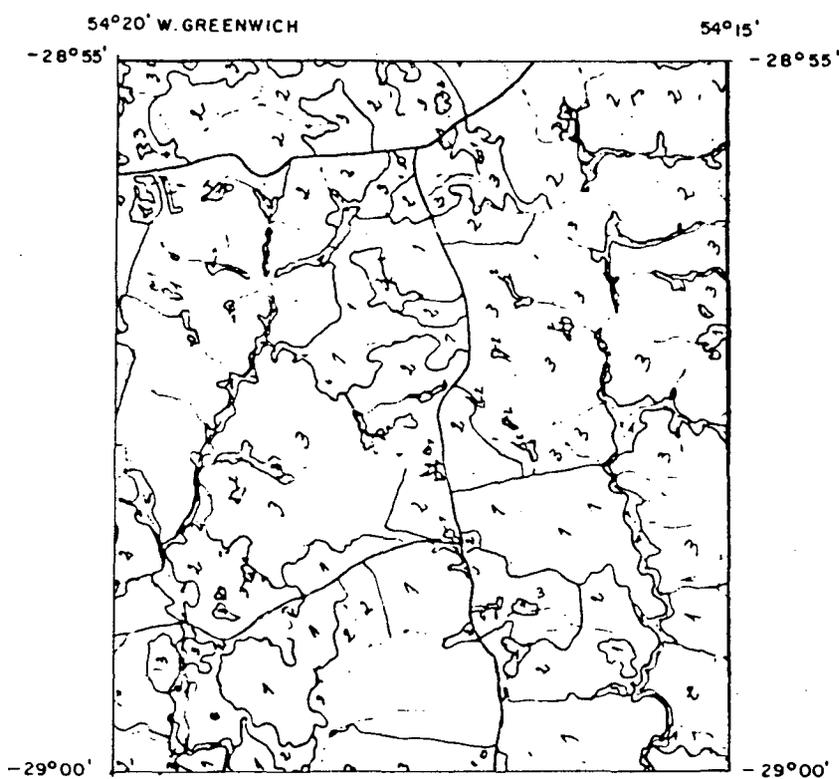


Área-teste - Espinilho Grande

Interpretação visual, imagem TM (banda 6), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CĒ
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

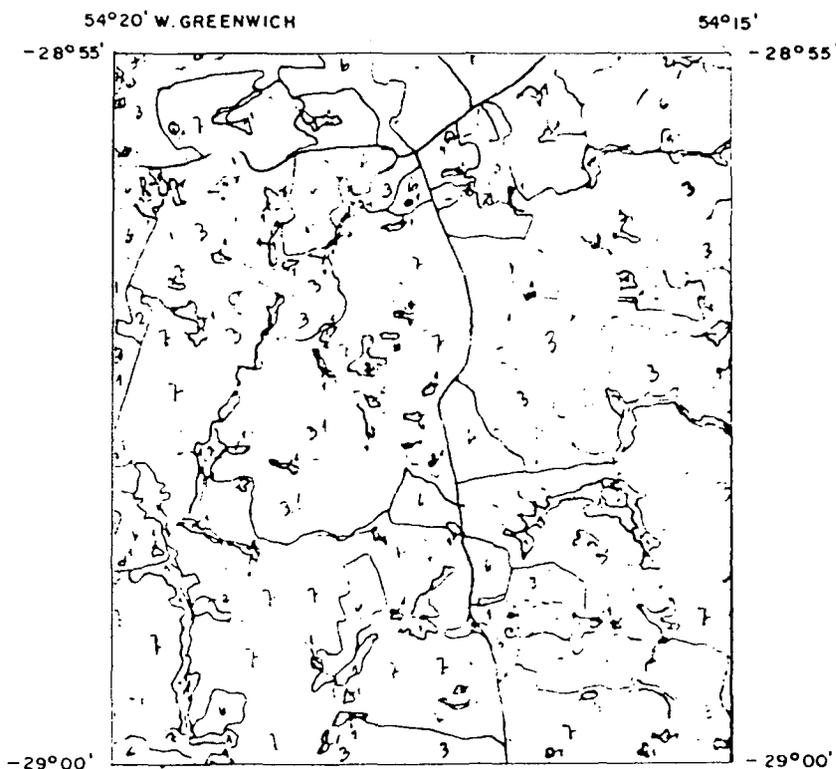


Área-teste - Espinilho Grande

Interpretação visual, imagem TM (banda 7), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

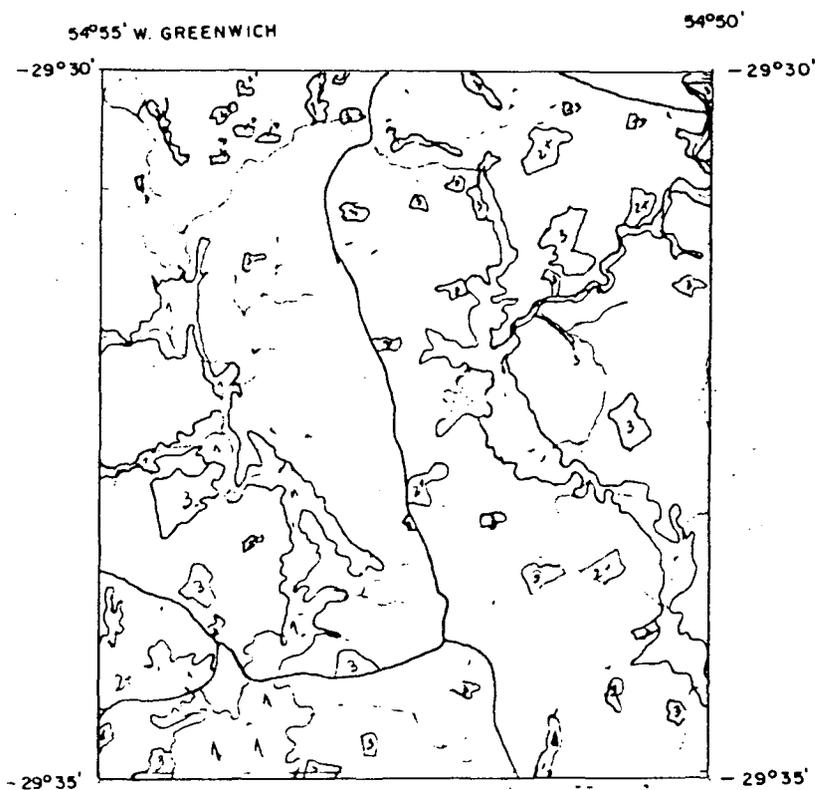


Área-teste - Espinilho Grande

Interpretação visual, imagem TM (banda 234), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. Vermelho marrom
2. Vermelho claro
3. Azul claro
4. Azul escuro

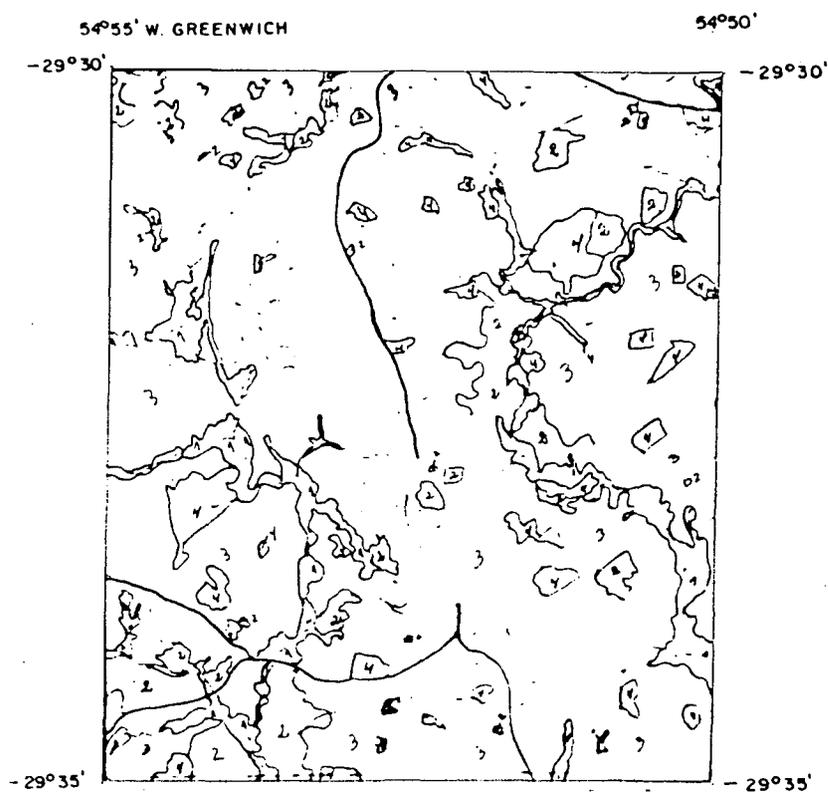


Área-teste - Passo dos Veados

Interpretação visual, imagem TM (banda 1), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

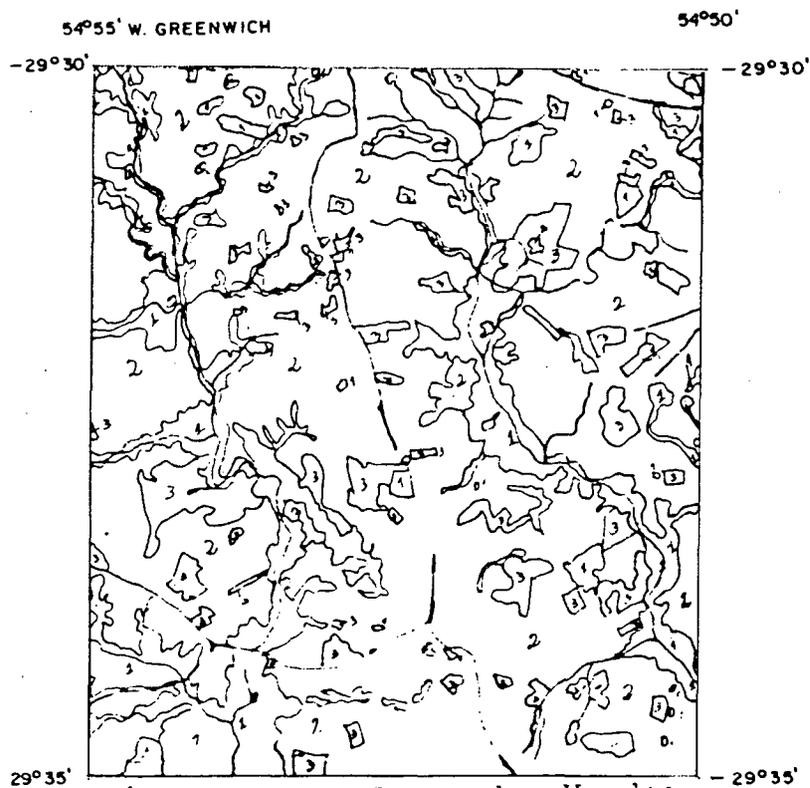


Área-teste - Passo dos Veados

Interpretação visual, imagem TM (banda 2), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

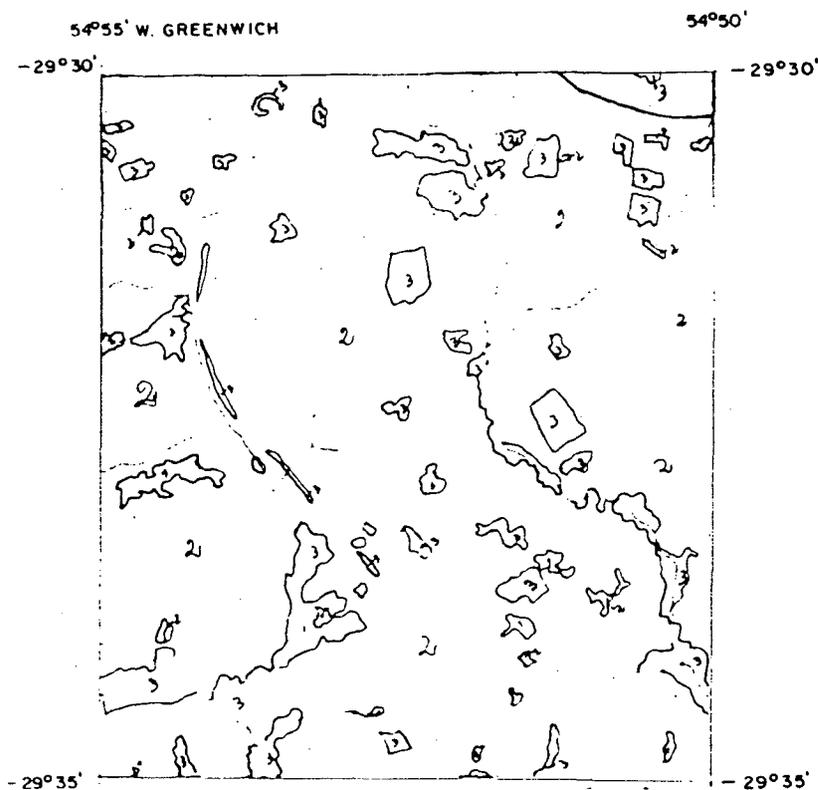


Área-teste - Passo dos Veados

Interpretação visual, imagem TM (banda 3), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CÊ
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

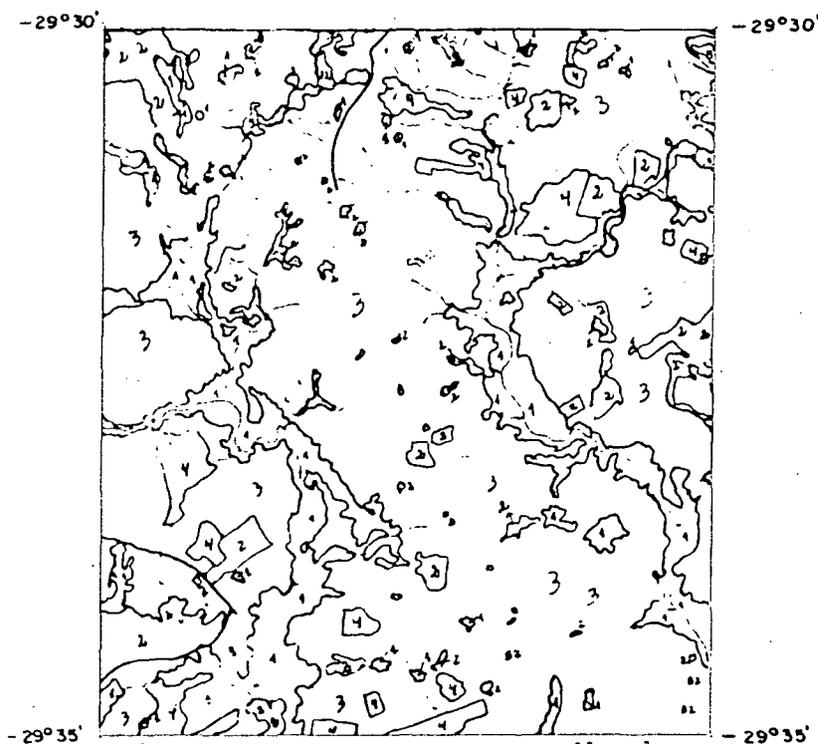


Área-teste - Passo dos Veados

Interpretação visual, imagem TM (banda 4), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

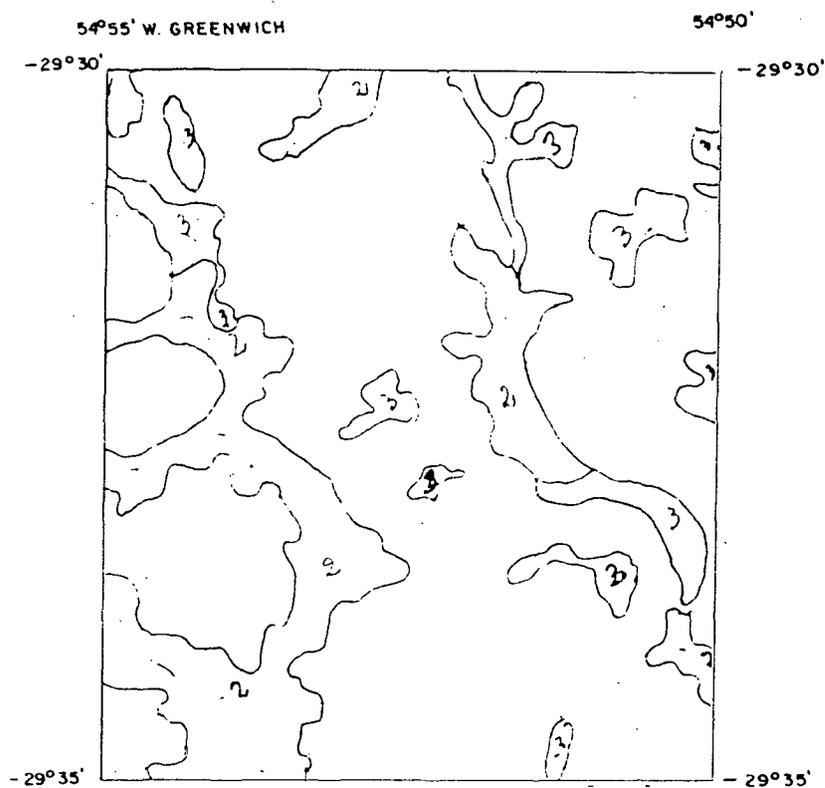


Área-teste - Passo dos Veados

Interpretação visual, imagem TM (banda 5), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

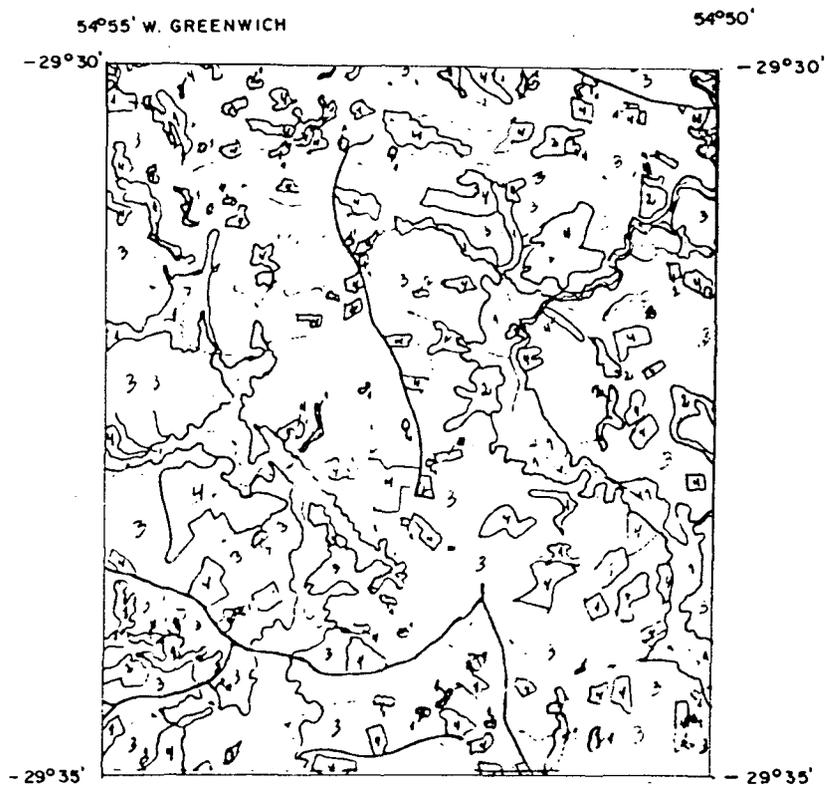


Área-teste - Passo dos Veados

Interpretação visual, imagem TM (banda 6), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

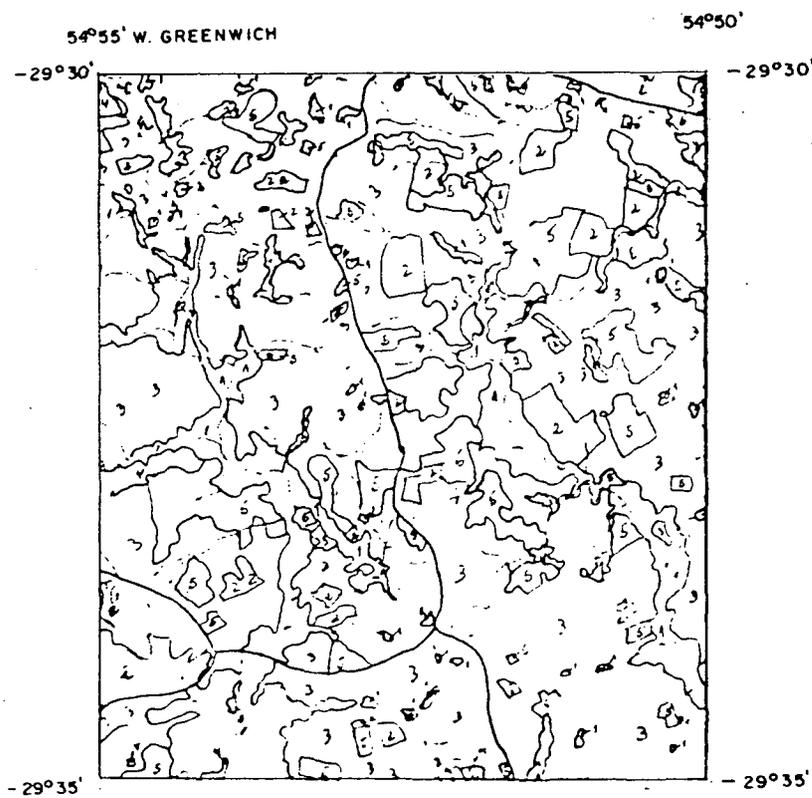


Área-teste - Passo dos Veados

Interpretação visual, imagem TM (banda 7), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

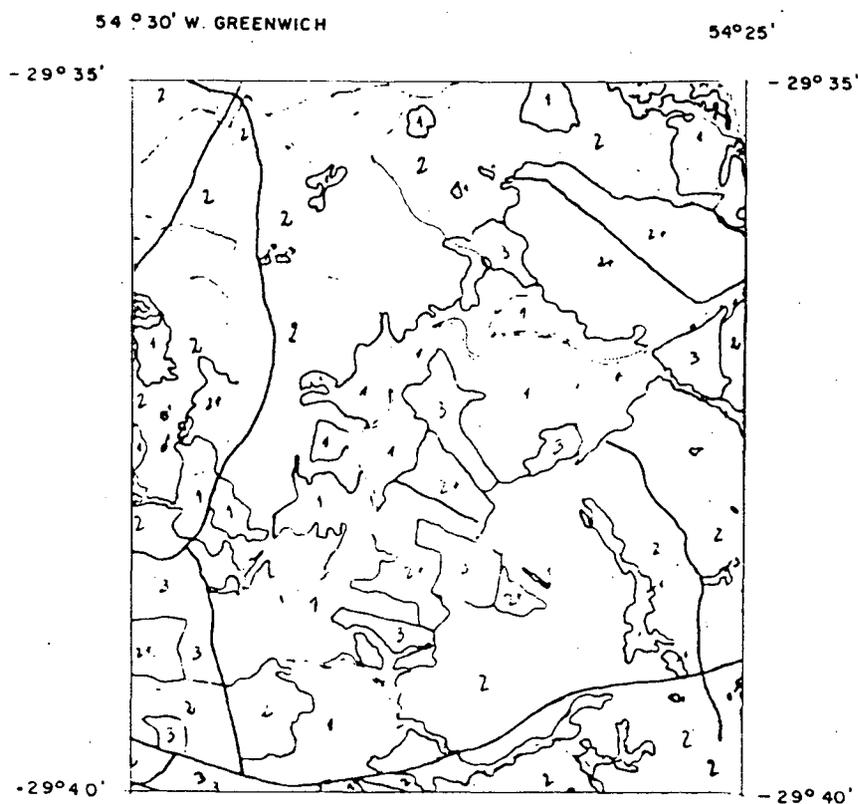


Área-teste - Passo dos Veados

Interpretação visual, imagem TM (banda 234), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. Vermelho marrom
2. Vermelho claro
3. Azul claro
4. Azul escuro

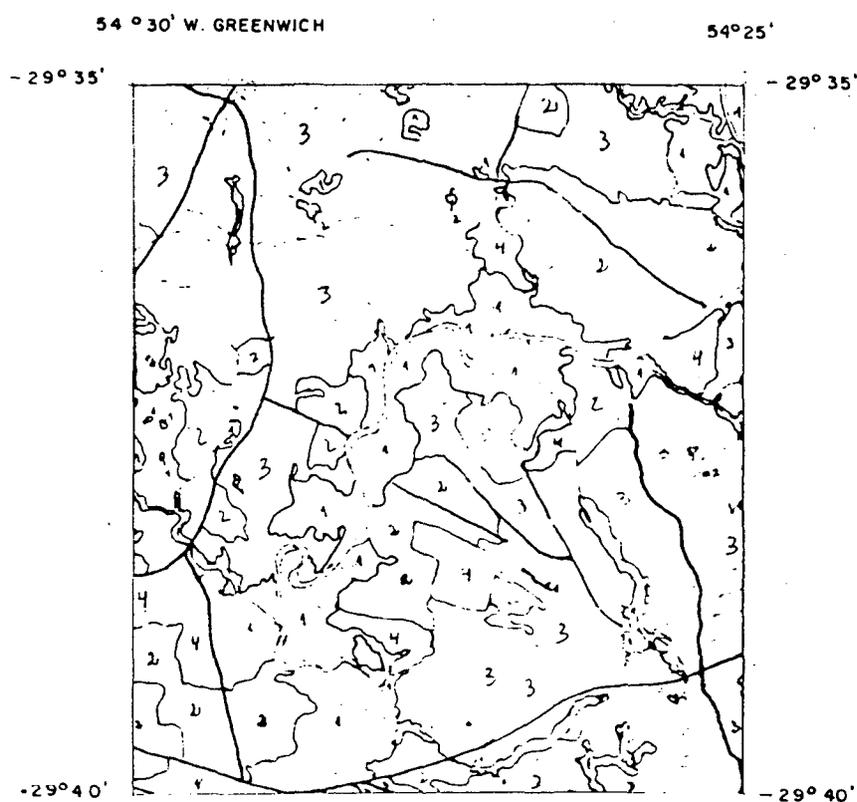


Área-teste - Passo do Toropi

Interpretação visual, imagem TM (banda 1), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

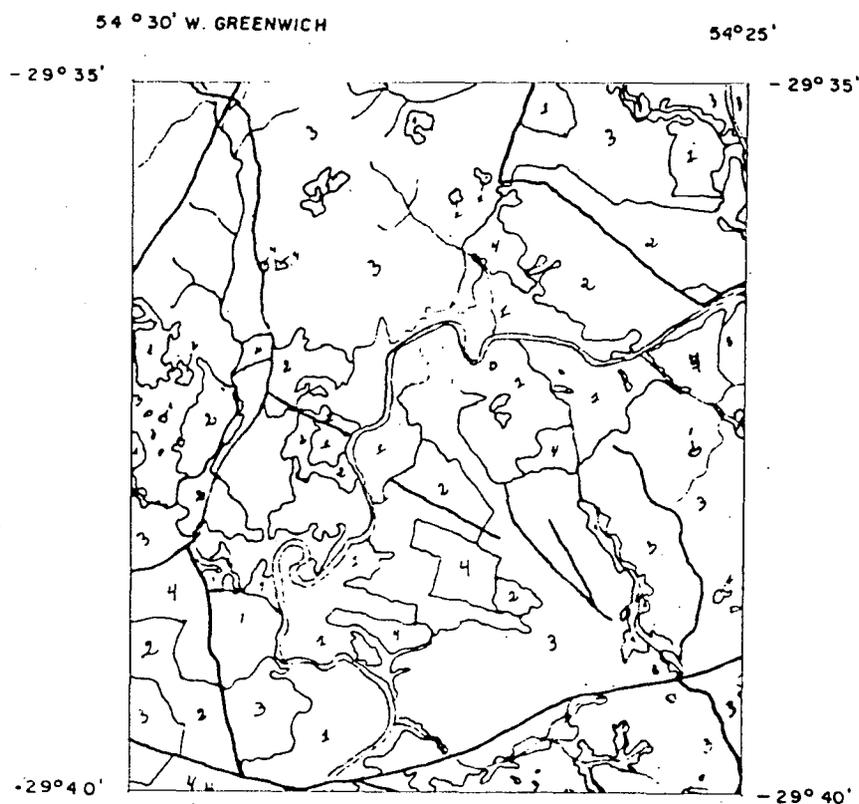


Área-teste - Passo do Toropi

Interpretação visual, imagem TM (banda 2), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

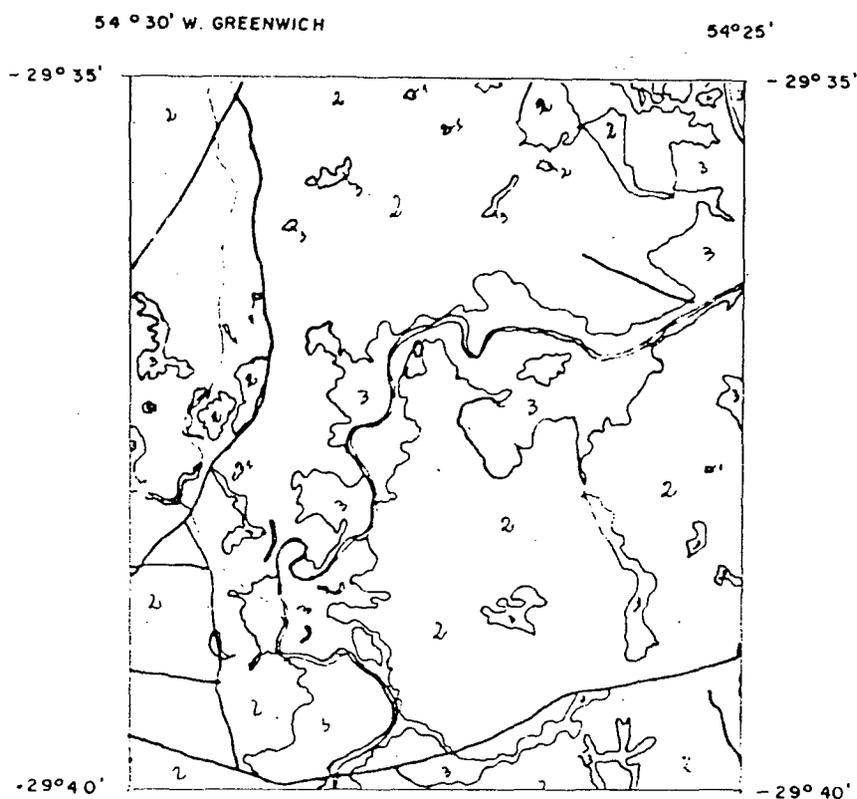


Área-teste - Passo do Toropi.

Interpretação visual, imagem TM (banda 3), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

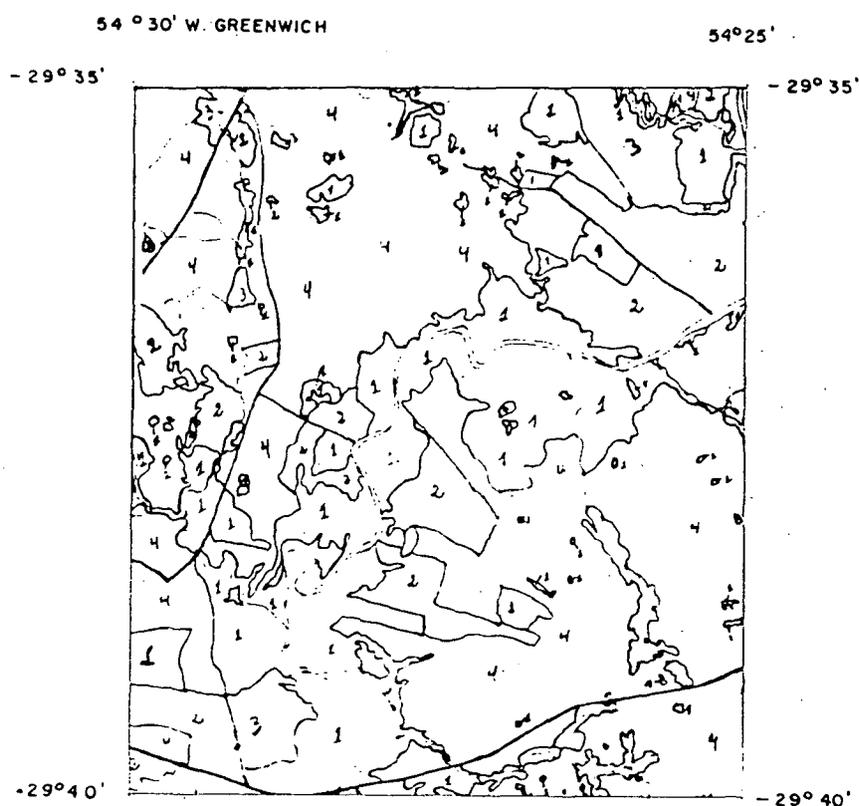


Área-teste - Passo do Toropi

Interpretação visual, imagem TM (banda 4), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

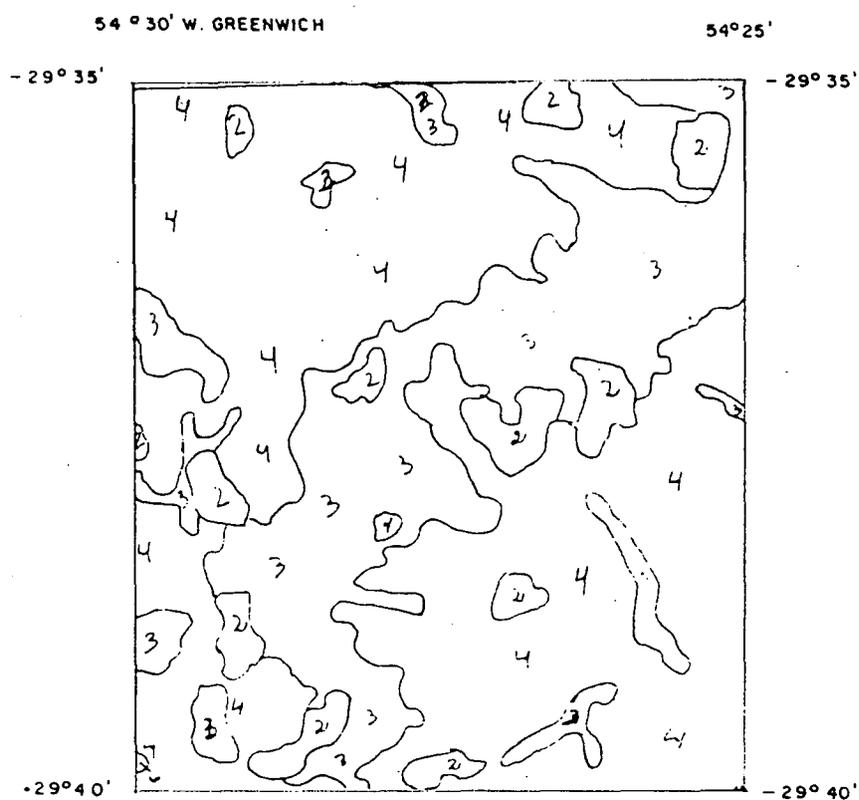


Área-teste - Passo do Toropi

Interpretação visual, imagem TM (banda 5), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

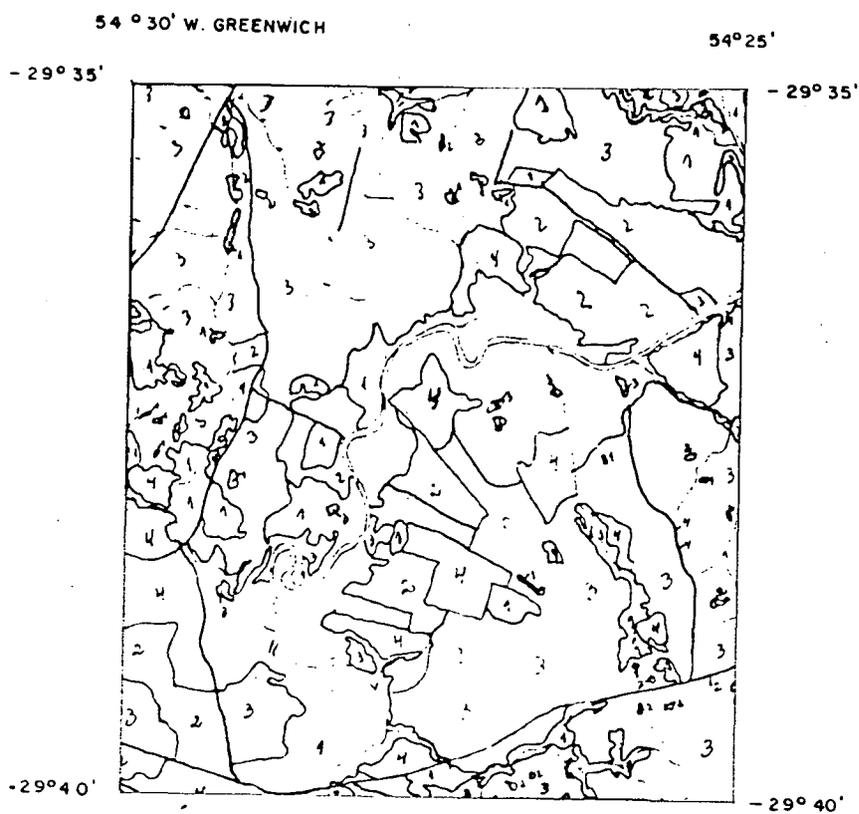


Área-teste - Passo do Toropi

Interpretação visual, imagem TM (banda 6), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

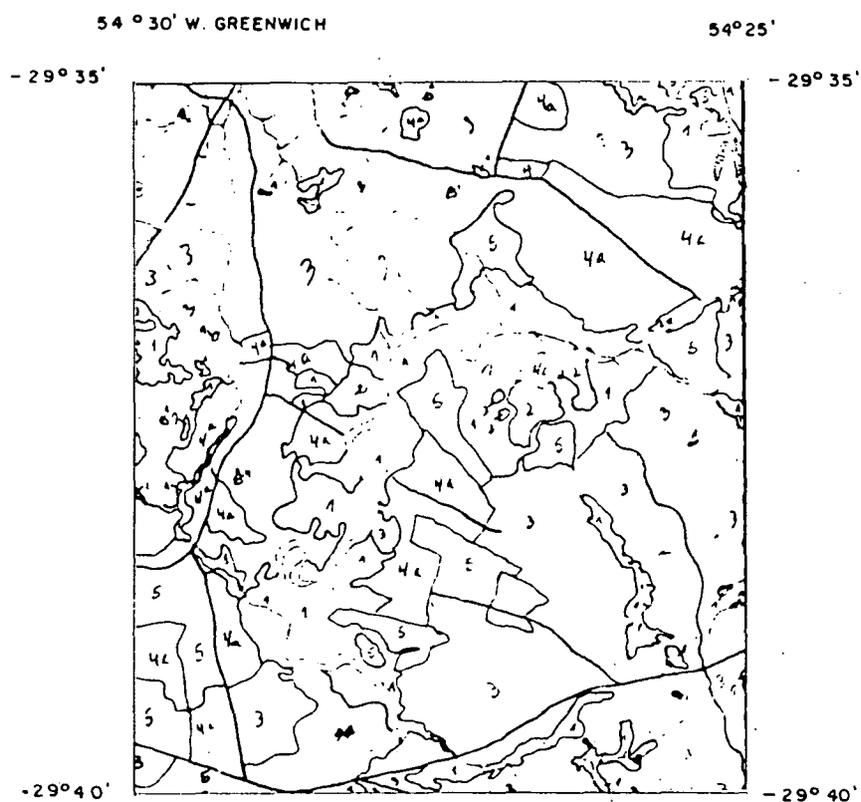


Área-teste - Passo do Toropi

Interpretação visual, imagem TM (banda 7), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. CE
2. CME
3. CM
4. CMC
5. CC

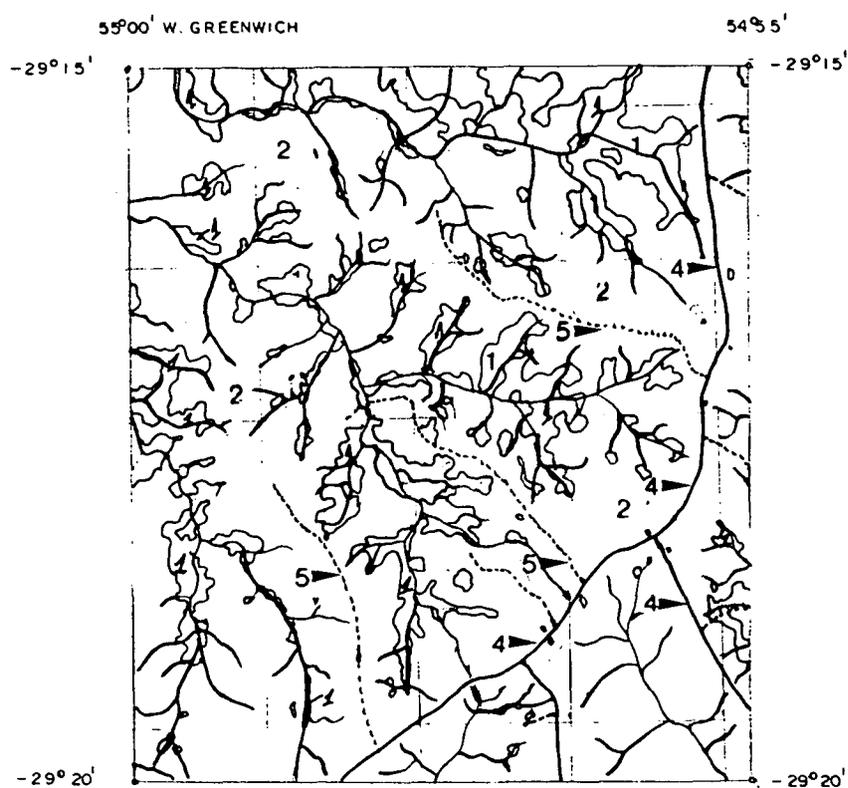


Área-teste - Passo do Toropi

Interpretação visual, imagem TM (banda 234), LANDSAT 5,
WRS-223/80, 22/01/86, 1:100.000.

Convenções utilizadas:

1. Vermelho marrom
2. Vermelho claro
3. Azul claro
4. Azul escuro



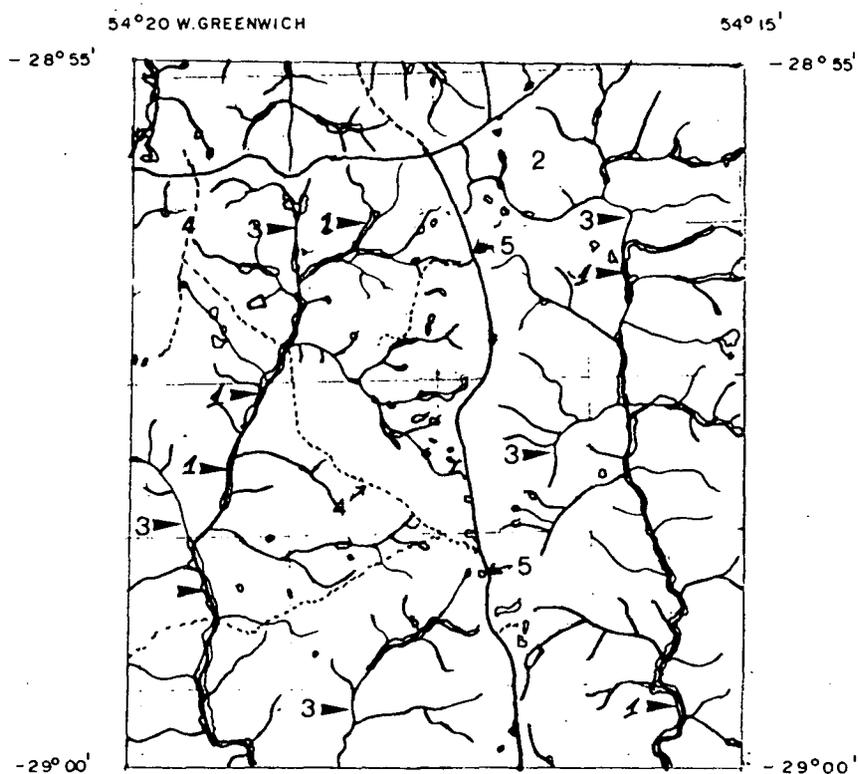
Área-teste - Boqueirão

Interpretação visual, aerofotogramas 1975, escala

1:100.000

Convenções utilizadas:

1. Florestas
2. Campos
3. Rede de drenagem
4. Estradas
5. Caminhos



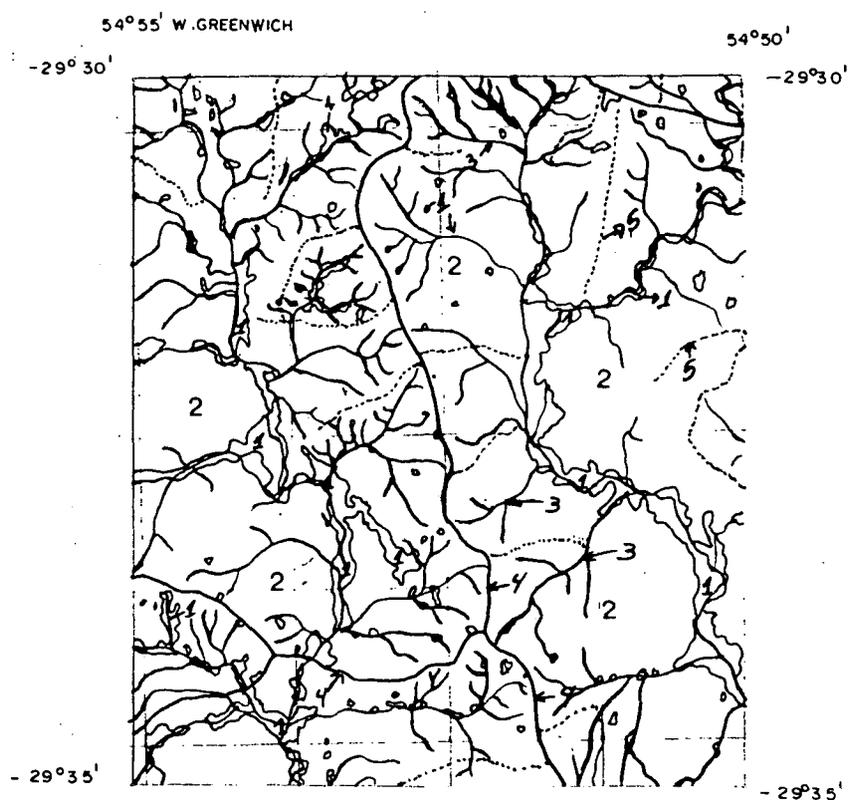
Área-teste - Espinilho Grande

Interpretação visual, aerofotogramas 1975, escala

1:100.000

Convenções utilizadas:

1. Florestas
2. Campos
3. Rede de drenagem
4. Estradas
5. Caminhos



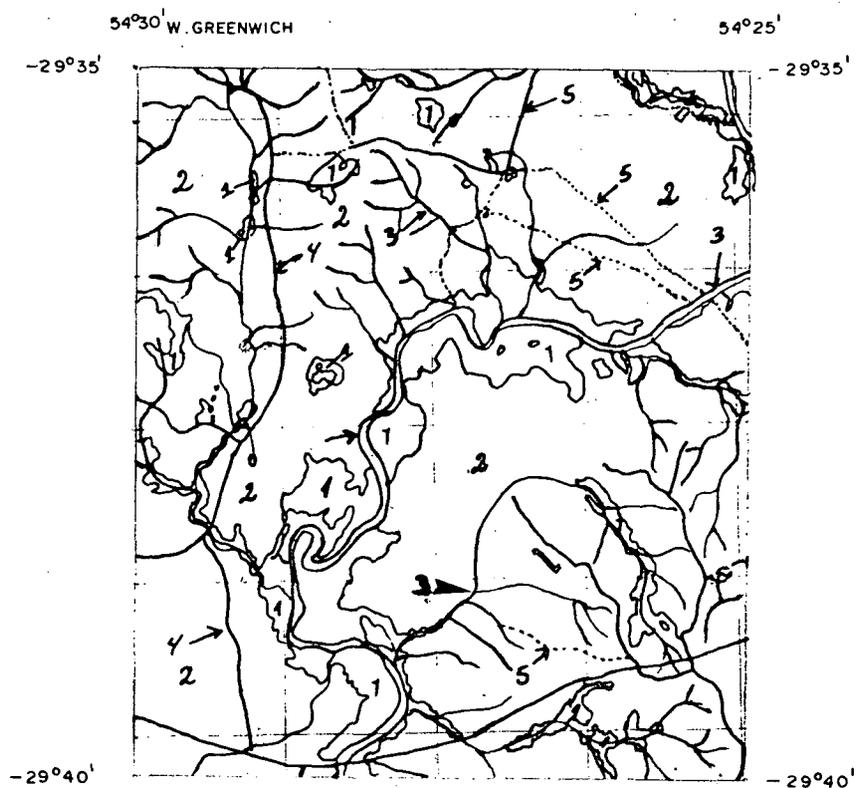
Área-teste - Passo dos Veados

Interpretação visual, aerofotogramas 1975, escala

1:100.000

Convenções utilizadas:

1. Florestas
2. Campos
3. Rede de drenagem
4. Estradas
5. Caminhos



Área-teste - Passo do Toropi

Interpretação visual, aerofotogramas 1975, escala

1:100.000

Convenções utilizadas:

1. Florestas
2. Campos
3. Rede de drenagem
4. Estradas
5. Caminhos