Imprimir Fechar

Referência Completa

Tipo da Referência	Book
Chave Secundária	INPE-780-NTE/039-V.2
Chave de Citação	HertzMACVBFMN:1975:CoReRe
Autor	Hertz, Renato Maluf, Sydnea Amaral, Gilberto Correa, Aderbal Caetano Veneziani, Paulo Batista, Getulio Teixeira Foresti, Celina Moraes, Evlyn Marcia Leao de Novaes, Rene Antonio
Titulo	Colecao dos resultados relevantes obtidos com as imagens do satelite ERTS-1 pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)
Cidade	Sao Jose dos Campos
Editora (Publisher)	INPE
Ano	1975
Número de Páginas	380
Repositório do Metadado	sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.15.23.58
Rótulo	125
Palavras-Chave	GEOLOGIA, SENSORES E TECNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO, RECURSOS MARINHOS, GEOGRAFIA, RECURSOS NATURAIS, SATELITES LANDSAT, RECURSOS TERRESTRES, RECURSOS DO SOLO, RECURSOS DO MAR, RECURSOS MINERAIS, IMAGENS DE SATELITES, SENSORIAMENTO REMOTO, GEOLOGY, SENSORS AND REMOTE SENSING TECHNIQUES, WATER RESOURCES, GEOGRAPHY, NATURAL RESOURCES, LANDSAT SATELLITES, EARTH RESOURCES, SOIL RESOURCES, OCEAN RESOURCES, MINERAL RESOURCES, SATELLITE IMAGERY, REMOTE SENSING.
Resumo	Este relatorio e traducao do relatorio final dos resultados do Satelite ERTS preparado para a NASA. Ele e um dos requisitos exigidos pela NASA quando submetemos a ela a Proposta para o uso dos dados do Satelite ERTS (Report LAFE-150, April, 1971). Nesta Proposta foram nomeados Investigadores Principais: Dr. Fernando de Mendonca (Recursos do Solo), Dr. Gilberto Amaral (Recursos Minerais), CF Emmanuel Gama de Almeida (Recursos do Mar). Aqui estao reunidos trabalhos realizados na Coordenacao de Recursos Terrestres (CRT)do INPE, nas suas diversas disciplinas, de autoria de diversos pesquisadores (ver pagina seguinte), sendo que os pesquisadores responsaveis de cada grupo estao nomeados no item 12 desta pagina.
Ultima Atualização do Metadado	2006:09.04.15.46.47 sid.inpe.br/banon/2001/04.06.10.52 administrator
Site	<mtc-m12.sid.inpe.br>
Idioma	Pt
Tipo Secundário	NTC NTC
Data Secundária	19900116
Area	SRE
Grupo	DSR
e-Mail (login)	jefferson
Grupo de Usuários	administrator
Visibilidade	shown
Data de Acesso	25 set. 2007
Histórico	2006-09-04 15:46:47 :: administrator -> jefferson
Estágio do Documento	concluido

atualizar

Fechar

1.Classificação *INPE-COM.3/NTE* *629.783:525:621.38SR(047)*	2.Período *Out.72/Dez.74*	4.Critério de Distribuição: interna [ ] externa [X]
3.Palavras Chave (selecionadas pelo autor) *Sensoriamento Remoto* *Satélite ERTS (LANDSAT)* *Recursos do Mar* *Recursos Minerais* *Recursos do Solo* *Geografia*		
5.Relatório nº *INPE-780-NTE/039*	6.Data *Novembro de 1975*	7.Revisado por - *João B. Machado*
8.Título e Sub-Título *COLEÇÃO DOS RESULTADOS RELEVANTES OBTIDOS COM AS IMAGENS DO SATÉLITE ERTS-1 PELO INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)* *VOL. II*		9.Autorizado por - *Fernando de Mendonça* *Diretor*
10.Setor *CRT* Código *4.02*		11.Nº de cópias *50*
12.Autoria *Renato Herz, Sydnéa Maluf, Gilberto Amaral, Aderbal C.Corrêa, Paulo Veneziani, Getúlio Teixeira Batista, Celina Foresti, Evlyn Marcia Leão de Moraes, René Antonio Novaes.*		14.Nº de páginas *380*
13.Assinatura Responsável		15.Preço

16.Sumário/Notas

Este relatório é tradução do relatório final dos resultados do Satélite ERTS preparado para a NASA. Ele é um dos requisitos exigidos pela NASA quando submetemos a ela a Proposta para o uso dos dados do Satélite ERTS (Report LAFE-150, April,1971). Nesta Proposta foram nomeados Investigadores Principais:

Dr. Fernando de Mendonça (Recursos do Solo)
Dr. Gilberto Amaral (Recursos Minerais)
CF Emmanuel Gama de Almeida (Recursos do Mar)

Aqui estão reunidos trabalhos realizados na Coordenação de Recursos Terrestres (CRT) do INPE, nas suas diversas disciplinas, de autoria de diversos pesquisadores (Ver página seguinte), sendo que os pesquisadores responsáveis de cada grupo estão nomeados no ítem 12 desta página.

17.Observações *Este relatório foi publicado anteriormente com o número INPE-806-LAFE em língua inglesa.*

780

ÍNDICE

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

I.1 - As Atividades Espaciais no Brasil 1

I.1.1 - O Projeto SERE 2

I.1.2 - O Sistema ERTS 4

CAPÍTULO II - RECURSOS DO MAR

II.1 - O Satélite ERTS em Oceanografia 10

II.2 - O Projeto Rio Grande do Sul 18

Área Teste 827 - Estuário do Rio da Prata e Costa Sul do Brasil..... 18

II.2.1 - Descrição da Área Teste 18

II.2.2 - Justificativa da Escolha da Área 19

II.2.3 - Objetivos do Projeto 21

II.2.4 - Região Costeira do Rio Grande do Sul e Bacia do Rio da Prata 24

II.2.4.1 - Introdução 24

II.2.4.2 - Interpretação 27

II.2.4.3 - Conclusões 40

II.2.5 - Lagoa dos Patos 43

II.2.5.1 - Introdução 43

II.2.5.2 - Interpretação 44

II.2.5.3 - Conclusões 62

II.5.5.3 - Conclusões 100

II.6 - Região Meio Norte do Brasil - Área do Litoral Nordeste (Barra do Rio Parnaíba) 102

II.6.1 - Introdução 102

II.6.2 - Interpretação 104

II.6.3 - Conclusões 107

II.7 - Bibliografia 109

CAPÍTULO III - RECURSOS MINERAIS

III.1 - Introdução 113

III.2 - Materiais e Métodos 115

III.3 - Discussão dos Resultados 119

III.3.1 - Bacia do Rio São Francisco 120

III.3.2 - Região Amazônica 121

III.3.3 - Projeto Estrutura 123

III.3.4 - Outras Áreas 124

III.4 - Conclusões 128

III.5 - Agradecimentos 129

Anexo III.1 - Imagens ERTS-1 para diferentes Projetos 129a

Apêndice III.1 - INPE-395-LAFE-Geologia das Áreas da Bacia do Alto São Francisco e Represa de Furnas (Brasil). Baseado na interpretação das imagens do ERTS-1 ..... 129c

IV.2.6.2 - Informações Obtidas 145
IV.2.6.3 - Conclusões 150
IV.2.7 - Imagem E-1123-12510 - Área de Presidente Prudente 152
IV.2.7.1 - Introdução 152
IV.2.7.2 - Informações Obtidas 152
IV.2.7.3 - Conclusões 155
IV.2.8 - Imagem E-1247-12042 - Região de Piracicaba 159
IV.2.8.1 - Introdução 159
IV.2.8.2 - Informações Obtidas 160
IV.2.8.3 - Conclusões 161
IV.2.9 - Imagem E-1054-13073 - Região de Dourados 164
IV.2.9.1 - Introdução 164
IV.2.9.2 - Informações Obtidas 164
IV.2.9.3 - Conclusões 168
IV.2.10 - Imagem E-1048-12321 - Região de Três Marias 168
IV.2.10.1 - Introdução 168
IV.2.10.2 - Informações Obtidas 169
IV.2.10.3 - Conclusões 171
IV.2.11 - Conclusões Gerais 171
IV.3 - Mapeamento da Vegetação Natural do Centro-Leste do Brasil Usando Dados do ERTS-1 173
IV.3.1 - Introdução 173
IV.3.2 - Área Estudada e Metodologia 175
IV.3.2.1 - Área 175
IV.3.2.2 - Metodologia 176

IV.7.2 - Material e Métodos 226

IV.7.3 - Localização 226

IV.7.4 - Clima 227

IV.7.5 - Vegetação 228

IV.7.6 - Resultados e Discussão 229

IV.7.7 - Conclusões 234

IV.7.8 - Bibliografia 238

IV.8 - Avaliação de Pastagens usando Imagens ERTS (Aplicações de Sensoriamento Remoto Multiespectral na Análise da Capacidade de Suporte de Pastagens) 239

IV.8.1 - Introdução 239

IV.8.2 - Metodologia 240

IV.8.3 - Interpretação 245

IV.8.4 - Resultados 246

IV.8.5 - Conclusões 250

IV.8.6 - Outras Aplicações 251

IV.8.7 - Referências 253

CAPÍTULO V - GEOGRAFIA

V.1 - Atividades do Grupo de Geografia Relacionadas ao Uso das Imagens ERTS 255

V.2 - Mapeamento Geomorfológico do Alto São Francisco 256

V.2.1 - Introdução 256

V.2.2 - Materiais e Métodos 258

LISTA DAS FIGURAS

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Fig. I.1 - Quadro da Organização Matricial do Projeto de Sensoriamento Remoto 7

Fig. I.2 - Mapa do Brasil com a localização das imagens recebidas até junho de 1974..... 8

CAPÍTULO II - RECURSOS DO MAR

Fig. II.1 - Gráfico da atenuação da radiação da luz pela água do mar em função do material em suspensão 11

Fig. II.2 - Gráfico da absorção da radiação pela água do mar e os canais MSS do ERTS-1 13

Fig. II.a - Áreas de Teste do Grupo de Recursos do Mar 14

Fig.II.3 - Imagem E-1103-12415, 3 de novembro de 1972, canal 4, Escala 1:1.000.000. 25

Fig. II.4 - Reprodução parcial da carta náutica da DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação) nº 90, escala 1:990.526 (1965), lat. 031°25'S..... 28

Fig. II.5 - Imagem E-1103-12415/5, escala 1:1.000.000, transparências C4, C5 e detalhes da carta náutica da DHN, nº 90..... 30

Fig. II.6 - Imagem E-1103-12415/7, escala 1:1.000.000, overlay C7.Notar que neste canal as lagoas são muito bem definidas... 32

Fig. II.20 - Imagem E-1338-12475 - canal 5, 26 de junho de 1973, recebida pela Estação Brasileira de Gravação e Recepção de Dados do ERTS em Cuiabá (MT), escala de 1:1.000.000 .. 58

Fig. II.21 - Distribuição e circulação das Águas de superfície na Lagoa dos Patos, proposta por interpretação da imagem E-1338-12475, canal MSS-5, de 26 de junho de 1973 59

Fig. II.22 - Imagem E-1338-12475, canal 6, 26 de junho de 1973, recebida pela Estação localizada em Cuiabá (Mato Grosso) escala 1:1.000.000..... 60

Fig. II.23 - Distribuição e circulação das águas de superfície na Lagoa dos Patos, proposta por intermédio da imagem E-1338-12475 - canal MSS-6, 26 de junho de 1973 61

Fig. II.24 - Baía de Guanabara (Carta Náutica nº 1501), da Diretoria de Hidrografia e Navegação) 65

Fig. II.25 - Fontes de poluição na Baía de Guanabara 66

Fig. II.26 - Reflectância espectral na Estação B 70

Fig. II.27 - ERTS-1, MSS-5, prováveis padrões de circulação de superfície 72

Fig. II.28 - Detalhe da Carta Náutica nº 1600 , elaborada pela DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação) 74

Fig. II.29 - Imagem E-1047-12274, canal 5, obtida em 8 de set.1973.. 75

Fig. II.30 - Redução fotográfica do mosaico da Foz do Amazonas feito com imagens do canal 4 85

Fig. II.31 - Esquema para identificação das imagens componentes do mosaico 86

Fig. 2 - Configuração do ERTS-1 7

Fig. 3 - Configuração do ERTS-1 e esquema de funcionamento do Scanner 9

Fig. 4 - Método de imageamento do Scanner 9

Fig. 5 - Representação esquemática das órbitas do ERTS-1 10

Fig. 6 - Trabalhos geológicos na região do Alto São Francisco 26

Fig. 7 - Trabalho geológico na região da Represa de Furnas 39

Fig. 8 - Imagem ERTS - 1048-12305 - canal 5 - com um overlay de interpretação geológica 41

Fig. 9 - Imagem ERTS - 1048-12312 - canal 5 - com um overlay de interpretação geológica 42

Fig.10 - Imagem ERTS - 1048-12314 - canal 5 - com um overlay de interpretação geológica 43

Fig.11 - Imagem ERTS - 1048-12321 - canal 5 - com um overlay de interpretação geológica 44

Fig.12 - Imagem ERTS - 1048-12323 - canal 5 - com um overlay de interpretação geológica 45

Fig. 13 - Imagem ERTS - 1048-12330 - canal 5 - com um overlay de interpretação geológica 46

Apêndice III.3

Fig. 1 - Imagem ERTS, canal 5, da região da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil 11

CAPÍTULO IV - RECURSOS DO SOLO

Fig. IV.1 - Mapa do Brasil mostrando as áreas analisadas..... 133

Fig. IV.2 - Mapa temático do Vale do Rio Paraíba 135

Fig. IV.3 - Imagem E-1047-12274 - canal 5 - Região do Vale do Rio Paraíba 136

Fig. IV.4 - Imagem E-1054-13070 - canal 5 - Região de Campo Grande 139

Fig. IV.5 - Mapa feito sobre a imagem do canal 7 142

Fig. IV.6 - Mapa temático do uso da terra - Região de Santa Maria 143

Fig. IV.7 - Interpretação das imagens ERTS com o suporte de Mosaico de Radar e imagens infravermelhas falsa cor 148

Fig. IV.8 - Imagem E-1048-12282 - canal 5 - Região de Teresina... 149

Fig. IV.9 - Imagem E-1123-12510 - canal 7 - Região de Presidente Prudente 153

Fig.IV.10 - Mapa feito sobre uma ampliação do canal 7 - Área 1 - Rio Tietê 154

Fig.IV.11 - Mapa feito sobre uma ampliação de imagem no canal 7 - Área 3 - Arredores de Martinópolis, Estado de S.Paulo 156

Fig.IV.12 - Mapa feito sobre uma ampliação de imagem no canal 5 - Área 2 - Área do Rio Feio 157

Fig.IV.13 - Mapa feito sobre uma ampliação de imagem no canal 5 - Área 3 - Martinópolis - SP 158

Fig.IV.14 - Mapa temático da Região de Piracicaba 162

Fig.IV.34 - Região de Furnas - Usos da Terra em 1972 236
Fig.IV.35 - Mapa da suscetibilidade à erosão da Região de Furnas.. 237
Fig.IV.36 - Curvas de reflectância das folhas 242
Fig.IV.37 - Combinações entre a reflectância da planta e transmissões de filtro ao longo do comprimento de onda 243
Fig.IV.38 - Fotografias multiespectrais da mesma área nas quatro combinações de filme/filtro 248
Fig.IV.39 - Mapa da capacidade de suporte 249

CAPÍTULO V - GEOGRAFIA

Fig.V.1 - Localização da Carta de Belo Horizonte no mapa do Brasil 257
Fig.V.2 - Imagem ERTS E-1048-12314 - canal 5 263
Fig.V.3 - Imagem ERTS E-1048-12314 - canal 7 264
Fig.V.4 - Imagem ERTS E-1389-12255 - canal 5 265
Fig.V.5 - Imagem ERTS E-1389-12255 - canal 7 266
Fig.V.6 - Localização da área estudada na Carta de Belo Horizonte. 268
Fig.V.7 - Área correspondente à imagem E-1048-12314 e 1389-12255.. 269
Fig.V.8 - Esboço geomorfológico da região da Bacia do R.S.Francisco 270
Fig.V.9 - Mapa hidrográfico dos Cursos Superiores dos Rios São Francisco e Jequitinhonha 272
Fig.V.10 - Imagem E-1372-12333 - canal 5 282
Fig.V.11 - Imagem E-1048-12330 - canal 5 283
Fig.V.12 - Mapa do Brasil com a localização das cidades estudadas.. 285

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO III - RECURSOS MINERAIS - Apêndice III.1

1 - Quadro comparativo entre as quatro bandas 19

2 - Quadro comparativo da interpretação com trabalhos geológicos na região do alto São Francisco 32

3 - Quadro comparativo da interpretação com trabalhos geológicos realizados na região da Represa de Furnas 37

CAPÍTULO IV - RECURSOS DO SOLO

IV.1 - Legenda 194

IV.2 - Áreas de treinamento para o estabelecimento da chave de interpretação 195

IV.3 - Área ocupada pelas diferentes unidades mapeadas 206

IV.4 - Desmatamento ocorrido na área até 1974 211

IV.5 - Evolução do desmatamento utilizando imagem de três datas diferentes 212

IV.6 - Distribuição das unidades fisionômicas em km^2 por partes dos municípios em 1964 e 1972 232

IV.7 - Distribuição percentual de floresta e cerrado desmatados entre 1962 e 1972 233

IV.8 - Parâmetros de Vôo 244

IV.9 - Resumo da classificação da capacidade de suporte 252

CAPÍTULO IV

RECURSOS DO SOLO

Investigador Principal:

Mendonça, Fernando de

GSFC ID-F0398 MMC 326-01

CAPÍTULO IV

RECURSOS DO SOLO

IV.1 - INTRODUÇÃO

Desde outubro de 1972 o Grupo de Recursos do Solo está usando as imagens MSS/ERTS-1. Tem-se tentato, então, conduzir pesquisas de acordo com a Proposta Brasileira enviada à NASA em 1971 ("Research and Development Proposal for Investigation using Data from Earth Resources Satellite, April, 1971 - Report INPE-LAFE-150 and Addenda to Report INPE-LAFE-150,Aug. 1971) para a utilização dos dados do satélite ERTS, levando-se em conta a importância econômica para a definição de prioridades de tais estudos.

Em primeiro lugar, as imagens do ERTS foram analisadas com o objetivo de avaliar suas aplicações gerais. Depois disto as imagens ERTS foram usadas em pesquisas mais específicas tais como mapeamento de vegetação natural, inventário florestal e controle de desmatamento.

Outras pesquisas estão sendo levadas a efeito usando as imagens ERTS e SKYLAB incluindo mapeamento de solos, estudos de previsão de safras e manejo de pastagens.

A seguir será apresentado mais detalhadamente o que o Grupo de Recursos do Solo desenvolve no momento.

IV.2 - ANÁLISE PRELIMINAR DAS IMAGENS MSS DO SATÉLITE ERTS-1 COM ESPECIAL REFERÊNCIA À AGRICULTURA E FLORESTA

IV.2.1 - Introdução

O objetivo deste trabalho é o de definir, em termos gerais, a potencialidade do uso dessas imagens no levantamento de recursos agronômicos e assim fornecer informações básicas para posteriores trabalhos de maior profundidade. Devido ao curto período de estudo e à falta de dados de verdade terrestre, estes resultados são de caráter essencialmente preliminares. Chamamos a atenção para o ítem IV.3.2.2.1 onde alguns tipos de vegetação são descritos.

IV.2.2 - Metodologia

A análise preliminar aqui apresentada foi feita basicamente sobre cópias em preto e branco, na escala de 1:1.000.000, nos quatro canais do ERTS-1. Entretanto, existem casos particulares em que ampliações dessas imagens foram usadas como também outras fontes de informação em sensoriamento remoto, em adição às imagens ERTS-1.

A figura IV.1 mostra o mapa do Brasil onde as imagens ERTS foram numeradas para colocar em evidência as imagens que foram analisadas neste trabalho.

Fig. IV.1 - Mapa do Brasil mostrando as áreas analisadas.

IV.2.3 - Imagem E-1047-12274 - Região do Vale do Rio Paraíba

IV.2.3.1 - Introdução

Nesta análise foi usada a imagem acima mencionada,sobre os quatro canais, cujas coordenadas de centro são 23°06'S e 45°17'W, tomada em 8 de setembro de 1972. Esta imagem cobre o Vale do Rio Paraíba, Serra do Mar e parte do litoral Paulista. Apresenta grande variação de topografia, clima e vegetação. A pecuária é a maior atividade desta área.

IV.2.3.2 - Informações Obtidas

1 - Com base na análise feita, foi obtido um mapa temático (Fig. IV.2) que pode ser comparado com a imagem do canal 5 (Fig. IV.3). O estabelecimento dos limites das unidades mapeadas foi feito sobre o canal 5 por apresentar maior contraste, embora a identificação tenha sido feita utilizando-se também os demais canais.

2 - Aspectos geomorfológicos são melhor evidenciados nos canais 6 e 7.

3 - Informações sobre vegetação são obtidas mais facilmente na imagem do canal 5,na qual as variações de cinza escuro a cinza claro indicam uma gradação de vegetação densa (florestas) até vegetação rala, correspondentes às áreas onde predomina o porte arbustivo e áreas de pastagem.

VEGETAÇÃO DENSA

BARRAGENS E RESERVATÓRIOS DE ÁGUA

VIAS DE ACESSO

RIOS

ESCARPAS DA SERRA DO M

VÁRZEA DO VALE DO PARA

Fig. IV.2 - Mapa temático do Vale do Rio Paraíba.

Fig. IV.3 - Imagem E-1047-12.274 - canal 5 - Região do Vale do Rio Paraíba.

IV.2.3.3 - Conclusões

1 - As informações obtidas de imagens orbitais (ERTS-1) são de grande importância para o planejamento de atividades agrícolas por permitir o conhecimento prévio da área em termos globalizados.

2 - Com base numa análise sumária de outro conjunto de imagens da mesma área tomada em outra data pode-se concluir que a evolução das culturas é possível de ser acompanhada. O recurso da repetitividade de imageamento permitirá um melhor manejo das florestas, já que existe um dispositivo legal de incentivo ao reflorestamento.

3 - Convém ressaltar que o mapa temático apresentado foi obtido utilizando-se somente as imagens MSS do ERTS-1 sem custos adicionais para controle de campo e em tempo reduzido.

IV.2.4 - Imagem E-1054-13070 - Região de Campo Grande

IV.2.4.1 - Introdução

A área selecionada está localizada na parte Centro-Oeste do Estado de Mato Grosso, apresentando, próximo ao centro da imagem, a cidade de Campo Grande. Na análise foi usada a imagem acima mencionada com as coordenadas de centro 20°19'S e 54°34'W, tomada em 15 de setembro de 1972.

IV.2.4.2 - Informações Obtidas

1 - As cidades de Campo Grande, Bom Fim e Sidrolândia foram facilmente localizadas no canal 5 (Fig. IV.4). Neste mesmo canal são evidenciadas as rodovias Cuiabá-Campo Grande, Campo Grande-São Paulo e outras partes do sistema viário da região.

2 - O canal 5 evidencia dois sistemas de drenagem orientados em direções opostas sendo um para Sudeste e o outro para Oeste.

3 - Diversas unidades de vegetação e uso da terra são mostrados na transparência sobre a figura IV.4 tais como:

unidade 1: área ocupada com a vegetação natural típica do Brasil Central que é o cerrado. Aparece em tons de cinza claro a Leste e Sudeste da área indicando solos mais erodidos. Na parte esquerda da imagem aparece em tonalidade de cinza mais escuro evidenciando vegetação mais densa, de padrão de drenagem bem integrado e de grau de erosão ligeiro a moderado.

unidade 2: área de cerrado de menor porte usada como pastagem situada em partes mais elevadas e praticamente sem atividade agrícola.

unidade 3: apresenta tons de cinza claro mosqueado, indicando forte atividade agrícola e pastoril. São mais evidenciados nas proximidades de Campo Grande, com ten-

ÁREA-ÚMIDA

ESTRADAS

CIDADE - FLORESTA

Fig. IV.4 Imagem E-1054-13070 - canal 5 - Região de Campo Grande.
BASEADO NOS CANAIS 5 E 7

BACIA ÚMIDA E ÁREA SECA

1,2,3 UNIDADES

dência de expansão no sentido de Cuiabá.

4 - Os canais 6 e 7 evidenciam áreas em tons escuros e de formas geométricas definidas que indicam culturas de arroz irrigadas.

IV.2.4.3 - Conclusões

1 - As áreas com atividade agrícola se concentram nas proximidades de centros urbanos.

2 - Algumas áreas estão sofrendo forte ação de erosão sendo necessárias práticas de conservação de solo.

3 - Existem dois sistemas de drenagem. Um em direção ao Rio Paraguai e outro oposto, em direção ao Rio Paraná.

4 - A área não possui um bom sistema viário. Apenas algumas ferrovias e poucas estradas asfaltadas.

5 - A região possui grande variedade de tipos de solo indicado pelas diferenças da vegetação natural e uso da terra. Os solos tendem a melhorar no sentido oeste da área.

6 - A área possui muitos rios o que nos permite dizer que uma atividade agrícola racional não sofreria limitação por falta d'água.

7 - O relevo na maioria da área é plano, apresentando-se um pouco mais movimentado nas regiões Norte e Noroeste.

IV.2.5 - Imagem E-1105-12532 - Região de Santa Maria

IV.2.5.1 - Introdução

A imagem acima citada (coordenadas de centro: 30°17S-53°03W), tomada em 5 de novembro de 1973, foi analisada considerando a época de preparo do solo, plantio e início do desenvolvimento de algumas culturas anuais. Abrange as cidades de Santa Maria, Cachoeira do Sul, Caçapava do Sul, etc.

IV.2.5.2 - Informações Obtidas

As informações foram obtidas utilizando-se além dos 4 canais na escala de 1:1.000.000 uma ampliação do canal 5 na escala de 1:500.000 e uma composição colorida dos canais 4,5 e 7.

1 - Utilizando-se os canais 6 e 7 foi possível mapear a distribuição de lagos e açudes ao longo da margem direita do Rio Jacuí (Fig. IV.5).

2 - Um mapa temático (Fig. IV.6) foi obtido pela análise combinada dos 4 canais do MSS na escala 1:1.000.000.

Lagos, Açudes e áreas inundadas.

Fig. IV.5 - Mapa feito sobre a imagem do canal 7 (Escala: 1:1.000.000).

- Florestas

- Pastagens

- Culturas anuais

- Bacia Sedimentar com pastagem e culturas anuais.

- Cobertura de nüve

Fig. IV.6 - Mapa temático do uso da terra - Região de Santa Maria
Escala original 1:1.000.000.

IV.2.5.3 - Conclusões

1 - Seria possível a contagem do número de lagos e açudes e sua área superficial usando-se uma ampliação do canal 7.

2 - A grande concentração de corpos hídricos ao longo do Rio Jacuí condiciona a grande ocorrência da cultura de arroz.

3 - Foi possível a separação com relativa facilidade das seguintes categorias: culturas anuais, pastagem e florestas.

4 - O contorno das áreas florestais remanescentes na área pode ser delimitado.

5 - A análise de conjuntos de imagens tomadas em épocas diferentes ao longo do ciclo das culturas, com auxílio de especialistas regionais e de amostragens com aeronaves em escalas intermediárias, em trechos previamente selecionados sobre a imagem do ERTS poderia levar a resultados bem mais detalhados sobre o uso atual e potencial dos solos da região.

IV.2.6 - Imagem E-1048-12282 - Região de Teresina

IV.2.6.1 - Introdução

A imagem analisada tem como coordenadas de centro: 05°49'S

e 42°28'W e foi tomada em 9 de setembro de 1972. Abrange a cidade de Teresina e partes dos rios Parnaíba e Poti. A oeste do Rio Parnaíba aparece o Estado do Maranhão e a leste parte do Estado do Piauí.

A vegetação dessa área é predominantemente natural, apresentando desde "cerrado" de porte baixo e esparso, usado como pastagem, até "cerradão" de porte florestal, com alguma atividade agrícola. Apresenta ainda nas partes baixas e leitos de rios o "babaçu" que é uma das principais fontes do extrativismo vegetal da região.

IV.2.6.2 - Informações Obtidas

Foram obtidas informações não somente de imagens ERTS ... (1:250.000) como também ampliações para a escala de 1:130.000 de fotografias infravermelho, mosaicos de RADAR (SLAR) na escala de 1:250.000 e conhecimento prévio de campo de parte desta região.

A análise dessa imagem pode ser resumida na forma do mapa temático apresentado na figura IV.7, feita sobre o canal 5 do ERTS (Fig. IV.8).

Diversos tipos de feições foram delineadas na imagem ERTS e no caso de alguma delas a imagem de RADAR correlaciona muito bem, enquanto que outras feições não são perceptíveis no RADAR tais como os microcosmos cujos limites aparecem tracejados na figura IV.7.

Basicamente os tipos de vegetação e uso do solo, estabelecidos através das imagens, são os seguintes:

Área 1 - A área 1 é caracterizada por um "cerradão" bastante denso com um grande número de áreas cultivadas. Apresenta uma boa atividade agrícola apesar de seu relevo acentuado. Uma feição, em forma de ferradura, próxima ao paralelo de 6°S, cortada pela linha de alta tensão da Companhia Hidroelétrica "Boa Esperança" (COHEBE), foi identificada. Tanto nas imagens de RADAR como nas infravermelho foram encontradas áreas cultivadas próximas desta ferradura. Na imagem ERTS esta área está desfavoravelmente localizada, muito perto da borda esquerda, e isto resulta em detalhes pouco nítidos.

Área 2 - Esta área é caracterizada pela vegetação de "cerradão" e pequena atividade agrícola devido ao relevo (mostrado pelas setas verticais) como fator limitante. Neste microcosmo nós encontramos ainda uma outra área, bem caracterizada nas imagens ERTS e de RADAR (área 2.1). As manchas F e G, que não são bem delimitadas na imagem de RADAR mas muito bem caracterizadas nas imagens ERTS, pertencem à vegetação do tipo 4. As flechas verticais indicam a parte mais montanhosa da área.

Área 3 - As áreas caracterizadas pelo número 3, classificadas como vegetação de "cerrado", que é um tipo menos denso de savana, foram identificadas por uma textura fina no RADAR e um tom médio de

cinza nas imagens ERTS. O índice de cada área indica a variação de seus respectivos relevos como também as partes onde as atividades agrícolas podem ser inferidas.

Área 3.1 - Esta área apresenta partes cobertas pelo "cerrado" com relevo plano como também grande atividade agrícola em outras partes. Compreende os arredores de FEITORIA, ÁGUA BRANCA e SÃO PEDRO DO PIAUÍ. Áreas cultivadas podem ser percebidas tanto nas imagens de RADAR quanto nas do infravermelho. A textura desta área no RADAR é bem caracterizada (textura fina) e o relevo é suave.

Área 3.2 - As áreas 3.2 diferenciam-se da anterior somente por um relevo mais alto.

Área 3.3 - As áreas 3.3 mostram as mesmas características das duas anteriores, porém não apresenta áreas agrícolas.

Área 4 - O microcosmo de número 4 compreende uma grande parte da quadrícula em estudo e é caracterizada por uma vegetação tão esparsa que a reflectância do solo tem influência no tom de cinza claro, característica de vegetação na imagem em estudo. Nas imagens de RADAR determinadas áreas não são bem caracterizadas em termos de relevo e textura mas alguns limites foram delineados permitindo comparações.

Toda a área 4 pode ser considerada, de uma maneira geral, como vegetação de "cerrado", esparsa e imprópria para a agricultura.

Área 5 - A área delineada com o número 5 é semelhante à área 1 mas apresenta bem as áreas agrícolas próximas ao Rio Poti. Na sub-área nú

LEGENDA

1) CERRADÃO COM ÁREAS CULTIVADAS
2) CERRADÃO SEM ÁREAS CULTIVADAS
3) CERRADO 1 - RELEVO PLANO E ÁREAS CULTIVADAS
2 - RELEVO ONDULADO A FORTE ONDULADO
3 - ÁREAS COM POSSIBILIDADES DE ATIVIDADES AGRÍCOLAS
4) CERRADO ESPARSO SEM CONDIÇÕES PARA ATIVIDADE AGRÍCOLA
5) CERRADÃO COM DIVERSAS ÁREAS CULTIVADAS
6) ÁREAS ÚMIDAS

DE A ATÉ H - VEGETAÇÃO ESPARSA DESCRITA NA ÁREA 5.

Fig. IV.7 - Interpretação das imagens ERTS com o suporte de Mosaico de Radar e imagens Infravermelhas falsa cor.

Fig. IV.8 - Imagem E-1048-12282 - canal 5 - Região de Teresina.

mero 5.1, bem evidenciada na imagem ERTS, aparecem manchas de cinza bem escuro. Vegetação predominante nas proximidades da vegetação tipo "cerradão" ou similar. A área indicada pela flecha,próxima a esta região, provavelmente pertence ao grupo 4 e é perfeitamente caracterizada em todas as imagens.

As manchas com as letras de A a H têm vegetação esparsa com relevo variado e nenhuma atividade agrícola. Elas provavelmente indicam solos de baixa fertilidade.

Área 6 - São áreas úmidas as quais aparecem bem no canal 7.

IV.2.6.3 - Conclusões

1 - Embora seja apresentado um mapa temático apenas com as grandes unidades mapeadas, é possível se descer a um nível bem mais detalhado num mapa na escala de ..... 1:250.000 utilizando-se uma ampliação do canal 5.

2 - A área da unidade 3, embora seja intensamente cultivada, não aparece claramente evidenciada nas imagens MSS devido ser os talhões de tamanho reduzido e justapostos e no mesmo estágio de desenvolvimento diminuindo assim o contraste. Já na área 2, os canais 4 e 5 mostram a existência de áreas agrícolas.

3 - Nessa interpretação preliminar não foi possível separar a vegetação de "babaçu" da de "cerradão" nem mesmo

no infravermelho falsa cor, devido talvez a baixa qualidade dessas imagens.

4 - As imagens ERTS no canal 5, nas escalas 1:1.000.000, 1:500.000 e 1:250.000 permitem uma boa caracterização dos tipos de vegetação na área em estudo. Uma boa caracterização do relevo e textura foi obtida pelas imagens de RADAR na escala de 1:250.000. O uso conjunto de 2 tipos de imagens permite uma melhor interpretação do que o uso de cada um isoladamente.

5 - A informação adicional obtida das imagens infravermelho na escala de 1:130.000 foi de grande importância neste estágio em que as técnicas de interpretação ainda não estão completamente desenvolvidas. As imagens infravermelho deram detalhes não perceptíveis nos outras tipos de imagem estudados mas infelizmente eram de baixa qualidade em termos de cobertura de nuvens e contraste de cores.

6 - Corpos d'água são igualmente bem caracterizados tanto no canal 7 das imagens ERTS como nas imagens de RADAR. O relevo aparece melhor nas imagens de radar mas a precisão geométrica é melhor nas imagens ERTS.

IV.2.7 - Imagem E-1123-12510 - Área de Presidente Prudente

IV.2.7.1 - Introdução

A análise a ser apresentada refere-se à imagem acima mencionada cujas coordenadas de centro são 21°36'S e 50°42'W, tomada em 23 de novembro de 1972, correspondente à região de Presidente Prudente, Marília e Andradina no Estado de São Paulo.

IV.2.7.2 - Informações Obtidas

1 - Em extensas áreas ao longo do Rio Tietê observa-se nitidamente uma drenagem deficiente evidenciada pelo tom de cinza escuro no canal 7. Nesta mesma área observa-se também um grande número de lagoas.

2 - Áreas de solo nú, de boa drenagem, evidenciadas por tons claros em ambos os canais 5 e 7.

3 - A transparência feita usando o canal 7 (Fig. IV.9) mostra o sistema de drenagem principal orientando-se paralelamente em direção ao Rio Paraná (a oeste desta imagem e não mostrada na acima mencionada figura),bem como grande número de pequenas lagoas, represas e áreas fortemente influenciadas por inundação ao longo do Rio Tietê.

Fig. IV.9 - Imagem E-1123-12510 - canal 7 - Região de Presidente Prudente.

RIOS E LAGOS

ÁREAS INUNDADAS

ÁREA COM DRENAGEM DEFICIENTE

ÁREA COM BOA DRENAGEM

4 - A figura IV.10 mostra um mapa feito sobre uma ampliação na escala de 1:130.000, da área assinalada, na parte superior direita da transparência do canal 7 (área 1). Essa área, sob influência do Rio Tietê, mostra lagoas, parte desse rio bem como áreas de seu leito menor com vários graus de umidade.

5 - A figura IV.11 mostra o mapa feito sobre a mesma ampliação do canal 7, na sua parte inferior (área 3) situada próxima à Presidente Prudente. Pode-se observar a presença de 2 represas e áreas de solo nú, com variados graus de umidade, indicando diferenças na capacidade de drenagem.

6 - A figura IV.12 mostra o mapa temático feito sobre uma ampliação do canal 5, na escala de 1:130.000, na parte central da imagem, próximo ao Rio Feio (área 2). Nessa região foi constatada a existência de áreas de florestas, de solos preparados para plantio, etc.

7 - A figura IV.13 mostra um mapa feito sobre a mesma ampliação do canal 5 na região à direita de Presidente Prudente, parte inferior da imagem (área 3).

IV.2.7.3 - Conclusões

1 - A área em estudo não apresenta grande limitação à prática agrícola. Este fato foi evidenciado pelo uso da

ÁGUAS DE BARRAGEM

ÁREAS COM BAIXO TEOR DE UMIDADE

ÁREAS COM ALTO TEOR DE UMIDADE

ÁREAS COM TEOR MÉDIO DE UMIDADE

Fig. IV.11 - Mapa feito sobre uma ampliação de imagem no canal 7
Área 3 - Arredores de Martinópolis, Estado de São Paulo.

Fig. IV.12 - Mapa feito sobre uma ampliação de imagem no canal 5 - Área 2
Área do Rio Feio.

Fig. IV.13 - Mapa feito sobre uma ampliação de imagem no canal 5 - Área 3 - Martinópolis-SP.

terra que em sua grande parte mostra indícios de atividade agrícola. Entretanto, algumas áreas ao longo do Rio Tietê não aparecem áreas agrícolas devido à drenagem deficiente.

2 - Pode-se separar solos quanto ao seu uso potencial pelas diferentes taxas de infiltração que eles apresentam.

3 - Manchas de florestas puderam ser mapeadas principalmente em regiões de agricultura fraca como ao longo do Rio Feio, já na região de Presidente Prudente, de intensa agricultura essas áreas de florestas remanescentes são reduzidíssimas.

IV.2.8 - Imagem E-1247-12042 - Região de Piracicaba

IV.2.8.1 - Introdução

Esta imagem em estudo foi tomada em 27 de março de 1973 com coordenadas de centro 22°56'S e 48°11'W e inclue as cidades de Limeira, Rio Claro, Piracicaba, Botucatu, Avaré, Jaú, etc. no Estado de São Paulo. Essa imagem, apesar de apresentar duas grandes manchas cobertas com nuvem, foi escolhida por apresentar zonas de intensa atividade agrícola e áreas de reflorestamento.

IV.2.8.2 - Informações Obtidas

Foram obtidas informações utilizando-se, além dos 4 canais na escala de 1:1.000.000, ampliação dos canais 5 e 7 na escala de 1:500.000.

1 - A figura IV.14 contém sinteticamente as informações extraídas da análise multiespectral das imagens MSS.

2 - Apesar da ocorrência de nuvens cobrindo a área das barragens, seus contornos são facilmente delineados na imagem do canal 7.

3 - A ampliação do canal 7 facilitou sobremaneira não só o traçado das barragens como também dos rios. A rede de drenagem é pouco evidente o que permite inferir que os solos são de boa permeabilidade e porosidade e a área é constituída de relevo plano e ondulado. Paralelamente, foram mapeadas pequenas lagoas e depósitos para irrigação de pequenas áreas de cultivo.

4 - A rede viária, mesmo no canal 5, não ficou bem caracterizada. Somente um trecho da Rodovia Presidente Castelo Branco, entre Avaré e Campinas, é possível de ser visto.

A oeste da imagem aparece uma rede viária com bom grau de integração.

5 - Durante a confecção do mapa temático acima mencionado, foi isolada uma categoria cuja textura e tonalidade nas

imagens não se aproximavam de florestas naturais ou artificiais nem da categoria de cerrado.ou pastagem.Essa categoria foi definida como cana de açúcar por se situar próximo à Piracicaba região tida como zona canavieira. Dentro dessa área aparecem intercalados talhões de outras culturas que não foram mapeados devido à escala do mapa.

6 - A figura IV.15 mostra o mapa temático feito sobre a ampliação do canal 5 na escala de 1:500.000. Essa ampliação permitiu uma melhor definição dos contornos das unidades de cobertura vegetal mapeadas e a separação de áreas recém reflorestadas.

IV.2.8.3 - Conclusões

1 - A área analisada possui intensa atividade agrícola, de relevo suave a ondulado. O reflorestamento e florestas naturais concentram-se na zona oeste e noroeste da imagem.

2 - Para caracterização das unidades mapeadas nessa área os canais 5 e 7 foram os que forneceram mais informações.

3 - Foi possível a separação de áreas ocupadas com florestas naturais de artificiais, tomando-se por base o tipo de textura, tonalidade e aspectos culturais (por

VEGETAÇÃO NATURAL

ÁREAS REFLORESTADAS

ÁREAS PREPARADAS PARA CULTIVO (SOLO NÚ)

VEGETAÇÃO NATURAL DE GALERIA

CANA DE AÇÚCAR

ESTRADAS

LIMITES DAS ÁREAS COM COBERTURA DE NÚVENS

BARRAGENS, RIOS E LAGOS

A - ZONAS COM INTENSA ATIVIDADE AGRÍCOLA

C - CERRADOS

P - PASTAGENS

Fig. IV.14 - Mapa temático da Região de Piracicaba.

VEGETAÇÃO NATURAL

ÁREAS REFLORESTADAS

REPRESAS, RIOS, LAGOS

ÁREAS REFLORESTADAS RECENTEMENTE

ÁREAS PREPARADAS PARA CULTIVO (SOLO NÚ)

A - ZONAS COM INTENSA ATIVIDADE AGRÍCOLA

C - CERRADOS

P - PASTAGENS

Fig. IV.15 - Mapa temático feito sobre uma ampliação do canal 5.

exemplo estradas entre talhões) apresentados nas imagens por ambas categorias.

4 - Foi possível a identificação dos seguintes tipos de cobertura vegetal (Figs. IV.14 e IV.15): florestas naturais, florestas artificiais, solos preparados, áreas de cerrados, pastagem e zonas de intensa atividade agrícola. As três últimas categorias não foram delimitadas por se apresentarem intercaladas dentro da categoria de florestas naturais.

IV.2.9 - Imagem E-1054-13073 - Região de Dourados

IV.2.9.1 - Introdução

A imagem acima citada, com coordenadas de centro 21°45'S e 54°56'W, datada de 15 de setembro de 1972, compreende a região Sul do Estado de Mato Grosso. A razão da escolha dessa área foi a existência de um mapa de solos que permitiu uma comparação com a imagem.

IV.2.9.2 - Informações Obtidas

1 - O sistema de drenagem é facilmente visível no canal 5 como mostra a figura IV.16. Geralmente os canais de drenagem apresentam-se sob floresta de galeria que produz um tom escuro nessa imagem, facilmente delineáveis.

Fig. IV.16 - Imagem E-1054-13073 - canal 5 - Região de Dourados.

2 - Aparecem algumas áreas de florestas naturais remanescentes, evidenciadas pelo tom cinza escuro no canal 5, principalmente a Leste, Sudoeste da imagem. Uma grande área bem a Sudoeste da imagem apresenta florestas em regeneração (capoeira) evidenciadas por tons de cinza mais claros.

3 - A colônia agrícola de Dourados aparece a Sudeste da imagem.

4 - A comparação da imagem do canal 5 com o mapa esquemático de solos mostrou boa relação principalmente na área de ocorrência de Areias Quartzosas, a Nordeste da área, e a associação Latossolo Vermelho Escuro com areias quartzosas na área da colônia agrícola. Apesar do canto superior direito da imagem não estar mapeado, pode-se inferir a existência de várias áreas com Areias Quartzosas.

5 - A imagem do canal 7, figura IV.17, mostra, com muito contraste, a mancha de Latossolo Roxo (tons mais escuros) e também a maior mancha de Latossolo Vermelho Escuro em tons de cinza mais claros.

6 - Existe uma área no mapa de solo, abaixo do Rio Dourados, próxima à colônia agrícola, que está classificada como Latossolo Roxo, mas que pela análise da imagem ela seria classificada como Latossolo Vermelho Escuro. No entanto, seria importante uma verificação de campo.

Fig. IV.17 - Imagem E-1054-13073 - canal 7 - Região de Dourados.

IV.2.9.3 - Conclusões

1 - É possível mapear áreas ocupadas por florestas na escala de 1:1,000,000 como também áreas sob cultivo ou em preparo para agricultura além do sistema de drenagem.

2 - Baseando-se na comparação feita nessa imagem pode-se concluir que a utilização dos diversos canais do ERTS-1, principalmente dos canais 5 e 7, para o mapeamento de solos, principalmente a nível esquemático ou até mesmo de reconhecimento, seriam de grande importância. Além de permitir uma visão multiespectral da área as imagens ERTS permitem a observação de solos em diferentes estados de umidade, de cobertura vegetal, e uma visão globalizada da área.

IV.2.10 - Imagem E-1048-12321 - Região de Três Marias

IV.2.10.1 - Introdução

A imagem analisada tem como coordenadas de centro 18°48'S e 45°36'W, tomada em 9 de setembro de 1972, abrangendo a Barragem de Três Marias no Estado de Minas Gerais.

IV.2.10.2 - Informações Obtidas:

1 - A avaliação precisa (alto contraste) da superfície da Represa de Três Marias é possível pela medida direta sobre as imagens dos canais 5, 6 e 7 (Fig. IV.18). Tal informação cresce de importância quando consideramos que a repetitividade dos dados do ERTS poderia ser usada para acompanhar as variações do volume d'água armazenada ao longo do ano. De fato, a comparação feita entre a imagem ERTS (fim da estação seca) e o mapa da USAF, baseado em fotografias obtidas em março de 1964 (fim da estação chuvosa), mostra claramente diferenças no contorno da represa induzidas pela variação do volume de água armazenada. Dados de cobertura repetitiva permitiriam o relacionamento entre a captação de água por uma bacia hidrográfica e a precipitação.

2 - Pode ser observado um elevado e alarmante grau de erosão em áreas circunvizinhas à represa devido ao desmatamento indevido e ao mau uso do solo. A forte erosão na Bacia do Rio Paraopeba e São Francisco estão causando o assoreamento de uma das cabeceiras da Barragem de Três Marias, claramente visível no canal 5.

Um programa de proteção, após trabalho de campo, deve ser executado uma vez que esse fato está diminuindo a capacidade de armazenamento da barragem.

Fig. IV.18 - Imagem E-1048-12321 - canal 5 - Região da Represa de Três Marias.

IV.2.10.3 - Conclusões

1 - Uma análise relativamente rápida das imagens MSS nos 4 canais permitiu a realização do mapeamento da vegetação em grandes comunidades ecológicas e indicações de condições de erosão e umidade do solo. Tal mapeamento (Fig. IV.19) foi obtido com um esforço mínimo, em tempo recorde e custo altamente compensador quando comparado com o esforço necessário para a execução de igual trabalho na mesma área por métodos convencionais.

2 - É possível se inferir, a partir de características superficiais observáveis nas imagens, áreas com maior potencial agrícola.

3 - É possível a identificação de áreas com atividade agrícola e estimativa de intensidade de ocupação.

IV.2.11 - Conclusões Gerais

Pode-se concluir, mesmo através de uma análise preliminar, que as imagens do ERTS-1 se prestam para o levantamento dos seguintes recursos do solo:

1 - Mapeamento de vegetação natural em grandes comunidades fitossociológicas. Tal mapeamento poderia ser obtido com um esforço mínimo, tempo recorde e custo altamente

1	FLORESTA/CERRADÃO	4	CERRADO ESPARSO/CAMPOS
2	CERRADÃO/CERRADO	5	SOLOS ERODIDOS OU SOLOS PREPARADOS PARA PLANTIO
3	CERRADO	6	CERRADO EM RELEVO ONDULADO

Fig. IV.19 - Mapa temático da região da Represa de Três Marias.

compensador quando comparado com métodos convencionais.

2 - Mapeamento e cálculo de áreas ocupadas com manchas de florestas remanescentes.

3 - Identificação de áreas com atividades agrícolas e estimativa da intensidade de ocupação, bem como identificação de culturas em casos particulares.

4 - Delineação de redes de drenagem, indícios da permeabilidade do solo, seu grau de umidade e áreas erodidas.

5 - Levantamento pedológico, embora através de uma análise superficial, essas imagens demonstraram grande potencialidade, principalmente para levantamentos esquemáticos ou mesmo de reconhecimento na escala de 1:500.000. Nesse caso é bom lembrar que seria essencial uma verificação de campo.

6 - Os canais 5 e 7 foram os que forneceram mais informações para a observação dos recursos aqui analisados, contudo, para a análise de feições particulares, é importante a análise dos 4 canais.

IV.3 - MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO NATURAL DO CENTRO-LESTE DO BRASIL USANDO DADOS DO ERTS-1

IV.3.1 - INTRODUÇÃO

Informação multiespectral especialmente sobre tipos de ve-

getação, obtidos pelo ERTS-1 através de seu sub-sistema MSS, é essencialmente importante para um grande país como o Brasil que tem a necessidade premente de cada vez mais melhorar seu programa de recursos naturais. As unidades de vegetação natural do Centro-Leste do Brasil (622.616 km^2)foram mapeadas. Uma chave de interpretação foi estabelecida sobre cinco áreas de treinamento possuindo diferentes tipos de vegetação. A morfologia da planta e as características geomorfológicas foram consideradas para identificar os habitats. Uma legenda especial, desenvolvida pelos autores, ilustrando diferentes habitats de vegetação do Brasil, é apresentada. Essa legenda foi discutida e criticada por renomados botânicos e ecologistas. Foi possível estabelecer limites nítidos entre as Florestas: Atlântica, mista e sazonal e entre cerrado, campo limpo e campo. Os resultados são apresentados na forma de um mapa de vegetação que mostra a localização dos diversos habitats com o objetivo de alcançar os usuários finais: autoridades governamentais de planejamento e agências públicas de pesquisa.

A vegetação natural resulta da competição de sobrevivência entre as várias espécies vegetais para alcançar um balanço natural. Sob condições especiais esse balanço pode ser considerado natural desde que a influência do homem pode ser negligenciada. O modo ideal de se desenvolver um programa de manejo dos recursos naturais, sem destruir esses recursos, é coletar um número suficiente de informações a fim de entender o funcionamento do ambiente.

Portanto, o objetivo principal desse trabalho é a identifi

cação de habitats através da interpretação de imagens MSS do ERTS-1. Esses habitats poderiam ser usados pelos usuários finais para aplicação de seus programas específicos de planejamento, verificação e pesquisas especializadas mais detalhadas.

IV.3.2 - Área Estudada e Metodologia

IV.3.2.1 - Área

A área objeto desse levantamento inclui os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, abrangendo uma área de 622.616 km^2 (Fig.IV.20). Essa área foi escolhida por apresentar grande variedade de parâmetros ambientais.

Segundo a classificação climatológica de Thornthwaite [1], a área possui clima desde super úmido na parte litorânea (leste), ocupada com floresta atlântica, até clima semi-árido na parte norte coberta por vegetação sazonal descídua (Caatinga). A topografia varia de planície ao nível do mar até montanhas com alturas superiores a 1500 metros. Entre esses extremos existem diferentes formações geomorfológicas.

Do ponto de vista de sensoriamento orbital esta área, com suas múltiplas variações, foi escolhida para testar a capacidade do imageador multiespectral MSS do ERTS-1 de fornecer informações básicas necessárias para a identificação dos habitats.

A área em estudo é uma das regiões mais importantes do Brasil devido a seus recursos potenciais, recursos florestais e recursos minerais e hidroelétricos. A falta de informação regional suficiente é um dos principais fatores limitantes do desenvolvimento dessa área. Por esta razão o INPE selecionou três áreas teste, de diferentes formações naturais, para desenvolver seus estudos de sensoriamento remoto.

IV.3.2.2 - Metodologia

Foram usados nesse levantamento imagens MSS na escala de 1:1.000.000. Olhando-se uma curva de reflectância de uma planta qualquer, obtida no laboratório por espectrofotômetro ou no campo por espectroradiômetro (tal como na figura IV.21) e superpondo as 4 bandas do MSS sobre essa curva, pode-se observar que elas contêm informações diferentes em unidades de reflectância. Espécies diferentes refletem a energia incidente em diferentes comprimentos de onda dependendo da estrutura celular das folhas especialmente da parede celular, forma e conteúdo citoplasmático [3,4,5]. Isto significa que a reflectância das plantas depende mais delas próprias do que de fatores fisiológicos ou ambientais que não alteraram a organização foliar natural da folha. A presença de clorofila β causa alta absorção nos canais 4 (0,5-0,6 μm) e 5 (0,6-0,7 μm). A alta reflectância nos canais 6 (0,7-0,8 μm) e 7 (0,8-1,1 μm) é o resultado da reflectância da parede celular, seu estado de maturação e atividades fisiológicas. Quanto maior o índice de área foliar, e quanto mais densa a cobertura das copas por unidade de área, mais alta a reflectância seria [4] . A figura IV.21 pode também

ser tomada como exemplo de reflectância de solo seco ao ar. Os solos refletem relativamente mais no canal 4 comparado com vegetação. No canal 5 a situação é semelhante comparando-se a área total sob cada curva e considerando-a como o valor da energia refletida. Esse fato poderia levar alguém erroneamente assumir que ambos os canais fornecem informações semelhantes. Contudo, o canal 4 sofre influência atmosférica e aparece pouco nítido. Isto filtra a quantidade de informação mas permite identificar áreas de baixa reflectância como vegetação, apesar do baixo contraste entre os diversos tipos de vegetação. O canal 5 fornece informação sobre os diferentes tipos de vegetação devido a relativamente alta reflectância de solos e baixa de vegetação. No infravermelho próximo o fenômeno funciona de um modo invertido. Plantas refletem mais do que solos. Os canais 6 e 7 fornecem informação entre o fim da faixa espectral do visível e o início do infravermelho. Corpos d'água e plantas sobre solos com alto grau de umidade aparecem mais escuros nesses canais. A diferença de reflectância entre solos e plantas é maior nessas bandas e principalmente no canal 7 do que nos outros. Coberturas vegetais densas refletem mais do que copas abertas de camada foliar estreita.

Pela comparação da reflectância, tendo em vista as considerações prévias e tendo suficientes conhecimentos básicos sobre a cobertura vegetal, sua fisiografia, morfologia da folha, propriedade de solos e feições geomorfológicas de seu habitat, uma precisa identificação, pode ser obtida com as imagens MSS. Para a realização desse trabalho foi necessário desenvolver uma legenda que definisse cada classe de vegetação de uma ma-

neira ecológica. Existem muitos trabalhos publicados sobre tipos de vegetação brasileira e seus parâmetros ambientais [6,7,8,9,10,11,12] . Quase todos esses trabalhos foram feitos em pequenas áreas devido à limitação de locomoção e tecnologia [13] . Poucos pesquisadores usaram fotografias aéreas preto e branco. Outras pesquisas foram feitas no solo e somente em áreas acessíveis. Portanto, uma nova tecnologia tal como o uso do ERTS-1 é necessária porque é essencial para o levantamento de todo o Brasil.

IV.3.2.2.1 - Legenda

O propósito desta legenda é identificar os diferentes habitats de vegetação pela interpretação das unidades de energia refletida em termos ecológicos.

Especialistas em diferentes campos podem usar a legenda para conhecer os componentes biológicos, climáticos, geomorfológicos e qualquer outra propriedade ambiental de cada habitat. A legenda foi desenvolvida para se obter a maior quantidade possível de informação oferecida pelas imagens MSS para se definir cada habitat. Quatro parâmetros foram considerados: clima, fisionomia das plantas, feições morfológicas e geomorfológicas das plantas. A legenda é dividida em três tipos de fisionomia (Tabela IV.1): 1) Floresta; definida como vegetação arbórea cobrindo completamente o solo. Numa interpretação de sensoriamento remoto isto significa que toda a reflectância pertence à vegetação não existindo nenhum outro alvo. 2) Cerrado; é outro tipo de vegetação que se compõe de árvores de porte médio, que não co-

brem completamente o solo deixando espaços que variam de acordo com sua densidade e que são cobertos por gramíneas. 3) Campos; pertencem à categoria de vegetação não arbórea, cobrindo completamente ou parcialmente a terra.

A legenda é depois dividida em 3 categorias climáticas: Floresta Pluvial pertencente a uma região super-úmida (classificação de Thornthwaite) [1], com estações chuvosas indefinidas. Floresta Estacional aparece onde um inverno seco e um verão chuvoso são bem definidos. Entre estes dois tipos de vegetação aparece a floresta mista, perenifólia por causa do alto índice de precipitação. Ela perde suas folhas velhas e ao mesmo tempo forma outras novas ao longo do ano sem uma estação específica. A floresta aparece sobre topografia montanhosa onde a temperatura é relativamente baixa. Algumas vezes,em altitudes mais altas e em direção ao Sul do país, ela aparece misturada com coníferas, pinheiro do Paraná (Araucaria braziliensis) [14], até atingir a floresta de Araucaria do Sul do país. O habitat (1.2.1) da floresta mista foi dividido em: 1.2.1.1 - sem Araucaria e 1.2.1.2 com Araucaria. Outros dois habitats de florestas mistas perenifólias podem ser encontrados em áreas não montanhosas que são: floresta de galeria (1.2.2) ocorrendo em depressões ou vales com solos de alto teor de matéria orgânica e umidade. A floresta de pantanal (1.2.3) aparece em áreas que são inundadas em determinadas épocas do ano.

A Floresta Estacional inclue três habitats nos quais fatores climáticos e características de solo são os principais fatores condicionadores de suas formações . A Caatinga (1.3.1) é uma floresta estacional ca

ducifólia que perde suas folhas completamente durante a estação semi-árida reduzindo seu índice de área foliar e consequentemente diminuindo sua evapotranspiração. Este habitat é encontrado em depressões sobre solos pedregosos e argilosos. O segundo habitat é o estágio florestal do cerrado -Cerradão. É uma floresta esclerófólia, semi-caducifólia aparecendo no Planalto Brasileiro, em solos bem drenados, principalmente latossois com deficiência de nutrientes minerais e excesso de alumínio. As plantas no Cerrado adaptam suas folhas ao meio ambiente por possuirem folhas coriáceas com pelos os quais criam uma camada de ar isolante entre a superfície da folha e o ar seco do ambiente. As plantas do Cerrado não sofrem de falta de água no solo, mas somente deficiência mineral [6,7,8,9,10] . O terceiro habitat de floresta Estacional é a mata seca (133). É uma floresta mesófita de caducifólia a semi-caducifólia [12] . Pode ser encontrada no Planalto Brasileiro sobre solos férteis.

A segunda classe na legenda é o Cerrado (2). Neste relatório o termo Cerrado (2) é usado num sentido amplo para indicar uma vegetação esclerofolia e estacional de porte não florestal. O Cerrado foi dividido em dois habitats: O primeiro é o habitat Cerrado (211) referido aqui em um sentido mais restrito. Apresenta porte médio e cobertura contínua de gramíneas. O segundo é Campo limpo (212) que é a forma do Cerrado usada como pastagem e onde quase não existe vegetação arbórea. Isto indica solos mais rasos do que no Cerrado e são encontrados principalmente em relevos ondulados. O Cerrado é as vezes referido como "savana" ou "savana-like" e é na verdade completamente diferente. Einten [12] disse: O Cerrado é diferen

te da savana por ser uma vegetação de terras altas a qual não é nunca inundada e apresenta uma excelente drenagem interna de seus solos, de maneira que o solo não permanece alagado por longos períodos depois das chuvas.

A terceira classe apresentada na legenda são os campos. São vegetações herbáceas que podem ser divididas em quatro habitats. O montanhoso (3.1) corresponde à floresta mista de montanha. O campo de pantanal (3.2) corresponde à floresta mista de pantanal. O campo de galeria (3.3) corresponde à floresta mista de galeria. É uma vegetação situada em depressões sedimentares intermontanas que podem ser usadas para cultivo. O quarto habitat é a vegetação das dunas costeiras (3.4).

IV.3.2.2 - Chave de Interpretação

Cinco áreas foram selecionadas na região em estudo para se verificar como cada habitat aparece nos quatro canais das imagens MSS. As áreas selecionadas estão localizadas em ecosistemas típicos bem como em zonas de transição. Três delas são áreas testes do INPE que foram sobrevoadas pela aeronave equipada com sensores para estudos detalhados. As outras duas áreas foram selecionadas baseando-se em publicações recentemente publicadas. A Tabela IV.2 apresenta os materiais usados e as informações obtidas. O trabalho foi feito usando as imagens MSS, na escala de 1:1.000.000, para os quatro canais. De uma maneira geral, o canal 4 pode ser usado para distinguir as áreas cobertas por vegetação das áreas não cobertas, por causa da reflectância relativamente baixa das plantas na banda deste canal

(Fig. IV.21). O canal quatro fornece pouquíssimas informações.

A comparação entre as diferentes áreas tem que ser feita entre imagens tomadas na mesma data nos diferentes canais. A extrapolação desta informação só pode se- feita em termos relativos devido ser o ângulo de elevação solar variável em função do deslocamento do ERTS ao longo de uma órbita e de órbitas diferentes. Assim varia também a radiação incidente e consequentemente a energia refletida dos alvos terrestres. O índice da área foliar foi examinado através de imagens infravermelhas (canais 6 e 7). Quanto maior for o índice da área foliar mais alta é a energia refletida por unidade de área [3,4,5,13] . Desta maneira nós distinguimos a forma florestal do Cerrado (Cerradão) da forma de porte médio e campo. O canal cinco oferece maiores informações na faixa do visível e assim informações geomorfológicas podem ser obtidas.

Baseando-se nas considerações anteriores os habitats em estudo podem ser caracterizados como a seguir:

- Floresta pluvial perenifólia,latifoliada (1.1.1.2)

Ela apresenta baixa reflexão na faixa espectral do visível nos canais 4 e 5. Mas ela reflete bem no infravermelho pois é perenifólia durante todo o ano. É uma floresta muito densa e portanto reflete relativamente mais do que os outros tipos de vegetação menos densos. O limite deste habitat na parte leste da área em estudo pode ser delineado claramente

nos canais 6 e 7. O habitat extende-se sobre uma área ligeiramente plana, com pequenas variações extendendo-se em direção ao interior do país até à base das montanhas.

- Floresta mista de montanha sem Araucaria (1.2.1.1)

Este habitat pode ser caracterizado como floresta seguindo os critérios anteriores. As feições topográficas,obtidas através do canal cinco, mostram o sistema de drenagem que indica uma topografia montanhosa. Esse tipo de floresta, quando ocorre em terras relativamente baixas, aparece mais escuro no canal 6 do que quando em terras altas. Isto pode ser devido ao excesso de umidade na depressão a qual aparece em uma tonalidade diferente na imagem do que a floresta de galeria.

- Floresta mista de montanha com Araucaria (1.2.1.2)

Este habitat é diferente do habitat anterior por dois aspectos. A diferença ecológica é a mistura da floresta perenifólia, largamente latifoliada, com o pinheiro do Paraná.(Araucaria braziliensis).O segundo aspecto é o climático o qual permite a presença das espécies coníferas. Isto é devido a altitudes mais altas que 1500 metros as quais apresentam temperatura baixa e altos índices de umidade.

Os dois últimos habitats são uma transição entre a floresta conífera de alta altitude e a floresta caducifólia latifoliada [14] .

- Floresta mista de galeria (1.1.2)

São florestas perenifólias que podem ser encontradas com floresta mista, floresta Estacional ou mesmo campos. Têm baixa reflectância nas faixas do visível e alta reflectância nas faixas do infravermelho próximo. Sempre aparecem nos vales onde o solo é rico em matéria orgânica e onde o solo é úmido, criando um micro-clima especial. A reflectância da floresta não é somente uma característica para identificar este habitat. A feição terrestre do padrão de drenagem pode também indicar a direção do vale, as fontes de sedimento e a entrada do vale. A densidade florestal é sempre menor no topo da galeria do que na sua entrada devido a profundidade do solo.

- Floresta Estacional caducifólia (Caatinga-1.3.1)

Este é um habitat florestal de plantas de folhas espinhosas as quais adaptam-se para viver sob um clima semi-árido. Durante a estação seca as plantas perdem suas folhas e têm um baixo índice de área foliar. Estas duas propriedades apresentam baixa reflectância nas faixas infravermelhas. As árvores geralmente cobrem totalmente o solo e por isso não permitem sua reflexão nas faixas do visível. Por esta razão esse habitat aparece escuro tanto na faixa do visível quanto na do infravermelho.O habitat da Caatinga pode também ser separado, com alta precisão, através de feição geomorfológica. É sempre encontrado em depressões intermontanas ou interplanálticas, em solos pedregosos e argilosos e solos pouco drena-

dos. Esta informação pode ser obtida no canal 5.

- Floresta Estacional, esclerofólia (Cerradão - 1.3.2)

Neste habitat as plantas de floresta adaptam-se à estação seca de uma maneira diferente. As folhas do Cerradão são esclerofólias que significa folhas duras, coriáceas e brilhantes devido à presença de pelos na superfície foliar. A importância desta característica é que a parede celular é muito dura e a epiderme muito espessa causando relativamente alta reflectância tanto na banda do visível como na do infravermelho próximo.

- Floresta Estacional (Mata Seca - 1.3.3)

Aparece em solos mais ricos que o Cerradão. Não perde suas folhas completamente durante a estação seca e não sofre de falta de água e nutrientes. Por esta razão suas folhas são mais finas que as do Cerradão, reflete menos nas bandas do visível.

- Cerrado Estacional esclerofólio (2.1.1)

Este habitat tem características semelhantes as do Cerradão mas reflete mais nas bandas do visível devido a menor densidade de cobertura vegetal, o que permite uma maior reflectância do solo.

- Campo limpo (2.1.2)

Esta é a forma do Cerrado usada como pastagem que indica solos menos profundos do que o habitat anterior (2.1.1). Tem uma reflectância mais alta nas bandas do visível devido ser a cobertura vegetal menos densa o que possibilita a alta reflectância do solo. Existe uma energia refletida menor no infravermelho próximo por causa do pequeno índice da área foliar. Este habitat aparece frequentemente em declives leves nos limites do Planalto Brasileiro. Os padrões de drenagem obtidos no canal cinco indicam o grau de declive e sua direção:

- Campo (3.0)

Esta classe é basicamente formada de gramíneas. Tem alta reflectância nos canais quatro e cinco devido à alta reflectância do solo e à reflectância relativamente baixa das folhas. Esta classe é dividida em quatro habitats:

- Campos de montanha (3.1)

Aparece pelo desmatamento da floresta mista de montanha (1.2.1). Tem solos erodidos e rasos causando uma reflectância mais alta nas bandas do visível em comparação com a floresta montanhosa. Ao mesmo tempo existe uma baixa reflectância no infravermelho por causa da menor densidade de cobertura vegetal.

- Campos de pantanal (3.2)

Este habitat aparece em áreas planas e baixas com água superficial. Tem baixa reflectância tanto nas bandas do visível quanto nas do infravermelho, por causa da baixa reflectância dos solos úmidos nas bandas do infravermelho próximo, devido à absorção da água. A falta de padrões de drenagem indica seus contornos. Dois tipos de pantanais podem ser encontrados dependendo da natureza da água subterrânea: Pantanal de água salgada, perto das costas, e pantanal de água doce no interior. Cada tipo tem suas associações vegetais.

- Campos de galeria (3.3)

Ocorre nos vales sedimentares ora intermontanos ora às margens dos rios. Geralmente tem uso agrícola e podem ser distinguidos em qualquer canal por seus padrões culturais.

- Campos de dunas costeiras (3.4)

As dunas apresentam por si só alta reflectância. Se existe vegetação crescendo nas dunas, então manchas escuras serão detetadas no canal cinco. É fácil de se delinear os limites deste habitat tanto através do canal séis como do sete, porque ele é contrastado com habitats vizinhos; o oceano a leste e o pântano ou floresta Atlântica a oeste.

Esta é basicamente a maneira que nós interpretamos as imagens MSS do ERTS-1 para desenvolver o mapa.

IV.3.3 - Resultados e Conclusões

1 - O mapa anexo (Fig. IV.22) - "Mapa de Vegetação Natural" é a forma final deste trabalho, tendo transferido a unidade de energia refletida para uma linguagem comum intelegível. Isto mostra a seguinte distribuição de vegetação: A costa Atlântica no limite leste, com a presença de dunas arenosas em uma faixa descontínua quebrada algumas vezes por pântanos ou diretamente pela Floresta Altântica (1.1.1.2). Movendo-se em direção a oeste a floresta mista perenifólia (1.2) e os campos montanhosos (3.1) aparecem na topografia montanhosa. Para cima, em direção ao oeste, a floresta esclerofólia pode ser encontrada. Se aparecem solos profundos, então o Cerradão (1.3.2) será encontrado. Solos mais rasos seriam cobertos pelo Cerrado (2.1.1). Nos declives suaves a cobertura vegetal é o campo limpo (2.1.2). Os declives pronunciados não permitem que a vegetação esclerofólia cresça, então aparecem os campos (3.1) e frequentemente florestas mistas. Na parte Norte da região, nas depressões intermontanas, ocorre a Caatinga (1.3.1) . A floresta mista semi-caducifólia,

chamada também "mata seca" (1.3.3), é também uma vegetação de platô e é encontrada sobre solos ricos em algumas depressões amplas e especialmente em vales de rios.

2 - É entretanto possível conseguir a informação ecológica básica apresentada no mapa através das imagens MSS. A locação geográfica da floresta mista é a zona de transição geomorfológica entre a floresta Atlântica (1.1.1.2) e o Cerrado (2.0). Isto concorda com a explanação geomorfológica brasileira de AB'SABER [15] .

3 - O mesmo mapa mostra que a floresta mista (1.2.1.1) é um "ecoton" entre a floresta perenifólia e a conífera (1.2.1.2) que concorda com o ponto de vista ecológico de EYER [14] .

IV.3.4 - Discussão

A imagem MSS tem oferecido dados multiespectrais suficientes para serem usados para a obtenção de informações ecológicas básicas usando-se uma legenda bem orientada e uma chave de interpretação. Essas informações poderiam ser usadas pelas seguintes classes de usuários: Institutos especiais de pesquisa, autoridades governamentais em planejamento, agências públicas de serviço e organizações de investimento e desenvolvimento.

A relação entre a cobertura vegetal e seu ambiente também fornece informação para os outros especialistas que estão ligados com o manejo e investimento em recursos naturais. O fato de que grande área pode ser imageada num curto período de tempo é uma vantagem importante na interpretação multiespectral. Ele pode também fornecer informações para uma grande área sob as mesmas condições físicas, tais como: o ângulo de elevação do sol, a temperatura e a umidade do ar a qual pode mudar a reflectância da vegetação para adaptar sua função fisiológica ao meio ambiente. Deve se comparar cada conjunto de imagens (4 canais de uma mesma área) independentemente pois conjuntos diferentes são imageados sob diferentes condições atmosféricas.

As instituições especiais de pesquisa podem trabalhar de forma mais detalhada dentro de cada habitat e comparar os diferentes locais do mesmo habitat para melhor entender os diferentes fenômenos.

As autoridades governamentais de planejamento podem usar os habitats como indicador da potencialidade da terra. Em conjunto com outros fatores sócio-econômicos, conhecimento da potencialidade da terra, irão ajudar as autoridades a estabelecer programas bem planejados.

Agências de serviços públicos podem com este conhecimento investigar se a terra está ou não sendo usada eficientemente.

Organizações de investimento e desenvolvimento podem estabelecer prioridades e um sistema de créditos baseado no conhecimento da

potencialidade da terra.

IV.3.5 - Referências

[1] ATLAS CLIMATOLÓGICO DO BRASIL - Rio de Janeiro, 1969.

[2] HOFFER, R.M. - *"ADP of multispectral scanner data for land use mapping"*. Information Note 080372. LARS - Purdue University, West Lafayette, 1972.

[3] LOOMIS, W.E. - *"Ecology"*. 46, 182 (1965).

[4] ALLEN,W.A. and A.J. RICHARDSON. *"Interaction of light with a plant canopy"*. Proceeding of the Fifth Symposium on Remote Sensing of Environment, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, p.219, (1968).

[5] GATES, D.M. et al. Applied Optics, 4, 1:11 - 20 (1965).

[6] FERRI, M.G., *"Contribuição ao conhecimento da ecologia do Cerrado e da Caatinga. Estudo comparativo e balanço d'água de sua vegetação"*. Bol. Filgs. Univ. São Paulo,195, 1-170 (1955).

[7] FERRI,M.G., *"Problems of water relations of some Brazilian vegetation types with special consideration of the concepts of Xeromorphy and*

Xerophytism in plant-water relationships in arid and semi-arid conditions". pp. 191-197, UNESCO, Madrid Symposium (24-30 Sept. 1959).

[8] ARENS, K. - *"Considerações sobre as causas do Xerofismo foliar"*. Bol. Fac.Filos.Univ. São Paulo, 224, Bot. 15: 25-56. (1958).

[9] ARENS, K. - *"O Cerrado como Vegetação Oligotrófica"* bid. pp. 59-77 (1958).

[10] ARENS, K. - *"As Plantas lenhosas dos Campos Cerrados como Flora Adaptada às deficiências minerais no solo"* . Em simpósio sobre o Cerrado, pp. 255-303. Editora Univ. São Paulo (1963).

[11] AZEVEDO, L.G. - *"Tipos Eco-Fisionômicos da Vegetação da Região de Januária (MG)"*. Em II Simpósio sobre o Cerrado. Anais da ACA. Br.de Ciências, Rio de Janeiro, pp. 39-57 (1966).

[12] EITEN, E. - *"The Cerrado Vegetation of Brazil"*, In: - The Botanical Review, 138, 2, pp. 201-341 (1972).

[13] ALLEN, L.H. and K.W. BROWN - *"Shortage Radiation in Corn Crop"*, Agr. J. 57, pp. 575-580 (1965).

[14] EYER, S.R. - *"Vegetation and Soils - A World Picture"*. Second edition London, England (1968).

[15] A.N. AB'SABER, *"A Organização Natural das Paisagens Inter e Sub-Tropicais Brasileiras"* . III Simpósio sobre Cerrado. Editora da USP -São Paulo (1971).

TABELA IV.1 - LEGENDA

1.0 - FLORESTA
1.1 - PLUVIAL
1.1.1 - Perenifólia,latifoliada
1.1.1.1 - Amazônia : a - Terra Firme
b - Várzea
c - Igapó
1.1.1.2 - Atlântica
1.1.1.3 - Com dominância de Palmeiras
1.2 - MISTA
1.2.1 - Montanha
1.2.1.1 - Sem Araucária
1.2.1.2 - Com Araucária
1.2.2 - Galeria
1.2.3 - Pantanal
1.3 - ESTACIONAL
1.3.1 - Caducifólia - Caatinga
1.3.2 - Esclerofólia - Cerradão
1.3.3 - Mista - Mata Seca
2.0 - CERRADO
2.1 - Estacional, Esclerofólia
2.1.1 - Cerrado
2.1.2 - Campo limpo
3.0 - CAMPO
3.1 - Montanha
3.2 - Pantanal
3.3 - Galeria
3.4 - Dunas Costeiras

TABELA IV.2 - ÁREAS DE TREINAMENTO PARA O ESTABELECIMENTO DA CHAVE DE INTERPRETAÇÃO

NOME DA ÁREA	MATERIAL USADO	HABITATS ESTUDADOS
Vazante	Fotografias em branco e preto, escala 1:60.000 (1964) Imagens multiespectrais (1972) Informações de campo	Mata Seca (1.3.3) Cerradão (1.3.2) Cerrado (2.1.1) Campo limpo (2.1.2)
Ipatinga	Fotografias em branco e preto, escala 1:25.000 (1972) Informações de campo (1972)	Floresta perenifólia, montanhosa, sem Araucária (1.2.1.1) Campos de montanha (3.1)
Lafaiete	Fotografias em branco e preto, escala 1:25.000 (1969) Fotografias infravermelhas coloridas, escalas: 1:15.000 (1969) 1:10.000 (1971)	Cerrado (2.1.1) Campo limpo (2.1.2)
Furnas	Mapa de vegetação, escala 1:200.000 Fotomosaico não controlado, escala 1:100.000 (1964)	Mata Seca (1.3.3) Cerrado (2.1.1) Campo limpo (2.1.2)
Januária	Mapa de vegetação, escala 1:134.000 (1966) Mapa geomorfológico, escala 1:500.000 (1966)	Caatinga (1.3.1) Cerrado (2.1.1)

Nota: As três primeiras áreas são áreas testes do INPE.

Fig. IV.20 - Localização da área mapeada.

Fig. IV.21 - Curvas de reflectância espectral de vegetação verde e solos secos ao ar. Essas curvas representam a média de 240 espectros de vegetação e 154 espectros de solos secos ao ar.
(Fonte: Hoffer, R.M., 1972 [2])

MAPA DE VEGETAÇÃO NATURAL

REGIÃO CENTRO LESTE DO BRASIL

MINAS GERAIS - ESPÍRITO SANTO

BASEADO EM DADOS DO MSS DO SATELITE ERTS-I

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

ESCALA DE 1:1 000 000

1974

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL
FUNDAÇÃO
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
SUPERINTENDÊNCIA DE CARTOGRAFIA
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA

Impresso no Serviço Gráfico do IBGE

51°
50°
49°
15°
16°
RIO
DO
PEIXE
R. Tesouras
R. Criaés-Mirim
R. Criaés-Açu
Rib. Barra Vermelha
R. Traíras
R. Verde
R. Areias Descoberto
MAPA DE VEGETAÇÃO NATURAL
REGIÃO CENTRO LESTE DO BRASIL
MINAS GERAIS-ESPÍRITO SANTO
BASEADO EM DADOS DO MSS DO SATELITE ERTS-I
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS
INPE
ESCALA DE 1:1 000 000
1974

48°
47°
46°
Tocantinzinho
Piripiri
Córr.
Corrente
Vermelho
Tabocas
Corrente
S. Maria
Formoso
Formoso
SERRA DA SUC
Itaguari
Cachoeirinha
Rib.
das Brancas
Rib.
Cana-brava
Paraim
Paraná
Rib.
Mangabeira
Arraial
Velho
Maranhão
211
S. Maria
Domingos
Piratinga
Carinhanha
Preto
132
211
132
Pardo
Rib. do Fetal
211
132
S. Domingos
Piratinga
Rio da Areia
Acari
211
Bonito
FORMOSA
QUE NACIONAL
E BRASÍLIA
DISTRITO FEDERAL
BRASÍLIA
Preto
211
132
Urucuia
132
132
Córr. do Bebedouro
211
132
S. Miguel
Rib. Jibóia
Rib. da Areia
Urucuia
132
132
Preto
211
LUZIÂNIA

5°
44°
43°
GUANAMBI
Rib. das Antas
R. Casa Velha
R. Carinhanha
R. Coxá
Calindó
R. de Iracabrambi
R. Verde Grande
R. Verde Pequeno
Córr. das Piranhas
R. Verde Pequeno
R. do Gavião
SERRA GERAL
R. Paçuí
R. Tabuleiro
Córr. Mato Verde
R. Salinas
R. Serra Branca
R. Pardo
R. Peixe Bravo
Rib. Marrons
Córr. Catolé
JANUÁRIA
SÃO FRANCISCO
RIO
Rib. Mengal
S. FRANCISCO
R. Verde Grande
R. Arapoim
JANAÚBA
Rib. Suçuapara
Rib. do Ouro
BRASÍLIA
131
132
133
211
212

41°
40°
39°
15°
16°
BRUMADO
UBATÃ
POÇÕES
IGUAÍ
COARACI
VITÓRIA DA CONQUISTA
IBICARAÍ
ITABUNA
ILHÉUS
FLORESTA AZUL
BUERAREMA
ITORORÓ
ITAMBÉ
ITAPETINGA
CAMACÃ
CÂNDIDO SALES
ITARANTIM
B A H I A
SERRA DA OURICANA
R. Gavião
R. Gado Bravo
Rib. da Caieira
R. do Gentio
R. do
R. Urubú
R. de Contas
R. S. José
R. Gongoji
Rch. dos Poções
Rib. da Ressaca
Rib. da Vereda
Rib. do Salitre
R. Verruga
Calolé Grande
R. Colônia
R. Una ou Aliança
Rib. do Largo
Rib. S. João
Córr. Panela
RIO PARDO
R. Maquinique
R. Pardo
Córr. do Cédro
R. S. Francisco
R. Rubim do Norte
R. Braço do Norte
JEQUITINHONHA
RIO
Muquém
211
132
212
1211

ANÁPOLIS
INHUMAS
ANICUNS
S. LUÍS DE MONTES BELOS
FIRMINÓPOLIS
TRINDADE
GOIÂNIA
PALMEIRAS DE GOIÁS
PIRACANJUBA
PIRES DO RIO
MORRINHOS
HELENA DE GOIÁS
RIO VERDE
GOIATUBA
BURITI ALEGRE
ITUMBIARA
17°
18°
132

UNAÍ
CRISTALINA
PARACATU
JOÃO PINHEIRO
CATALÃO
RIO CORUMBÁ
CONTRAFORTE CENTRAL
SERRA DA ALDEIA
SA DA TIRIRICA
SA. DOS PILÕES
CHAP. DO R. PRETO
CHAP. DA PONTE FIRME
SERRA DOS ALEGRES
SERRA DAS ALMAS
CHAPADÃO DOS GERAIS
MORRO VERMELHO
SÃO
M
I
132
133
211
212

MONTES CLAROS
BOCAIÚVA
PIRAPORA
VÁRZEA DA PALMA
CORINTO
DIAMANTINA
ARAÇUAÍ
N
A
S
SERRA DO ESPINHAÇO
SERRA DO CABRAL
SERRA DO CATUNI
SERRA NOVA
SERRA NEGRA
SERRA DA NORUEGA
CHAP. DE S. DOMINGOS
RIO DAS VELHAS
Paracatu
Pacui
Riachão
Verde Grande
Rib. Estrema
Vacaria
Itacambiruçu
Congonhas
Rch. do Barro
Guavinpa
S. Lamberto
Corr. do Riachão
Jequitaí
Jequitinhonha
Talhatipoga
Itamarandiba
Araçuaí
Fanado
Setúbal
Gravará
Corinto
Pardo
Bicudo
Vermelho
Suaçuí Grande

JEQUITINHONHA
MEDEIROS NETO
CARLOS CHAGAS
SERRA DOS AIMORÉS
MONTE PASCOAL
RIO MUCURI
SERRA DO MAP-MAP-CRAC
SA. DE S. MATEUS
R. Jequitinhonha
R. do Prado ou Jucurucu
Braço Norte do R. Jucurucu
Braço Sul do R. Jucurucu
R. Jucurucu
R. Caraíva
R. Itanhém
R. do Meio ou do Pato
Braço Norte do R. Peruípe
Rib. das Alfarrôbas
R. Pau Alto
Braço Sul do R. Itaúnas
R. Itaúnas
R. das Umburanas
R. Pampã
R. Mucuri
R. Todos os Santos
R. S. Mateus
R. Santa Cruz
Rib. S. Pedro
Rib. do Cibrão
R. Itambacuri
Rib. da Americana
Rib. Anta
R. S. João
R. Pavi
Rib. Iuinga
R. Pedro
R. Rupim do
R. Buranhém
Baía de Porto Seguro
Baía Cabrália
17°
18°
132
212
211
1211
1112
32

TUPACIGUARA
CAPINÓPOLIS
MONTE ALEGRE DE MINAS
ITUIUTABA
PRATA
CAMPINA VERDE
PARANAÍBA
PLANURA
BARRETOS
RIO PARANAÍBA
RIO GRANDE
RIO PARDO
R. Tijuco
R. da Prata
R. Douradinho
R. Arantes
R. Verde ou Feio
R. Corrente
R. Claro
R. Preto
R. S. Francisco
R. Uberabinha
R. Babilônia
Rib. das Patos
Rib. da Reserva
Rib. Douradinho
Corr. do Pouso Alegre
19°
20°
50°
LEGENDA
LEGEND
1 FLORESTA
FOREST
1 PLUVIAL
RAIN
1 PERENIFÓLIA, LATIFOLIADA
EVERGREEN, BROADLEAVED
1 AMAZONICA
AMAZONICA
a Terra firme
Upland
b Varzea
Flood plain
Igapó

CUROMANDEL
PATO DE MINAS
MONTE CARMELO
PATROCÍNIO
CARMO DO PARANAÍBA
G E R
ABAETÉ
S. GOTARDO
DORES DO INDAIÁ
IBIÁ
ARAXÁ
CAMPOS ALTOS
UBERABA
LUZ
BOM DESPACHO
SACRAMENTO
BAMBUÍ
LAGOA DA PRATA
S. ANTÔNIO DO MONTE
IGARAPAVA
JELÓPOLIS
ITUVERAVA
ARCOS
REPRESA DE PEIXOTO
PARQUE NACIONAL DA CANASTRA
CHAP. DA ZAGAIA
SA. DA CANASTRA
SERRA DO AGUDO
IPUÁ
GUARÁ
FRANCA
PIÚÍ
FORMIGA
ITAPECERIC
S. JOAQUIM DA BARRA
CÁSSIA
PASSOS
R. Paranaíba
R. Abaeté
R. Indaiá
R. Quebra Anzol
R. das Velhas
R. Samburá
R. S. Francisco
R. Grande
R. Pouso Alegre
R. Santana
R. Lambari
R. S. Miguel
R. Canoas
R. do Carmo
R. Sapucaí
R. Rosário
R. Bagagem
R. Dourados
R. Laje
R. Araguari
R. Uberabinha
R. Claro
R. das Velhas
R. Pedro
R. Galheiro
SA. DA PONTE ALTA
SA. DA SAUDADE
132
133
211
212

CURVELO
GUANHÃES
CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO
POMPEU
PARAOPEBA
SETE LAGOAS
MATOZINHO
PEDRO LEOPOLDO
LAGOA SANTA
VESPASIANO
SANTA LUZIA
ITABIRA
IPATINGA
CEL. FABRICIANO
TIMÓTEO
PITANGUI
PARÁ DE MINAS
BELO HORIZONTE
SABARÁ
CAITÉ
BARÃO DE COCAIS
JOÃO MONLEVADE
BELA VISTA DE MINAS
CARATINGA
CONTAGEM
BETIM
RAPOSOS
S. BÁRBARA
PIRACICABA
NOVA LIMA
ITAÚNA
DIVINÓPOLIS
BRUMADINHO
ITABIRITO
PICO DO SOL
ALVINÓPOLIS
RAUL SOARES
RIO CASCA
MANHUAÇU
OURO PRETO
MARIANA
PICO DO ITACOLOMI
PONTE NOVA
CONGONHAS
CONS. LAFAIETE
OLIVEIRA
CARANGOLA
SERRA DA MOEDA
SERRA DO ESPINHAÇO
RIO DOCE
A
I
S

ESPÍRITO SANTO
ÂNTICO
MANTENA
CONS. PENA
RESPLENDOR
BAIXO GUANDU
VITÓRIA
VILA VELHA
CASTELO
GUARAPARI
PICO DA BANDEIRA
RESERVA BIOLÓGICA NOVA LOMBARDIA
RESERVA BIOLÓGICA SOORETAMA
Lagoa Juparanã
RIO DOCE
SERRA DO SOUSA
SERRA DA CHIBATA
SERRA DO CASTELO
SERRA DO CAPARAÓ
Manhuaçu
Braço Norte
Braço do Norte Esquerdo
Braço do Norte Direito
R. Castelo
R. Jucu
R. Piraquê-Açu
R. Doce
R. Pancas
R. Eme
R. Barra Seca
R. S. José
R. S. Joana
R. S. Júlia
R. S. Maria
R. S. Manuel
R. Pedro
Rib. do Capim
Rib. S. José
1211
1112
31
32
34
19°
20°

2 ATLÂNTICA
ATLANTIC

3 Com dominancia de palmeiras
Palm dominated

2 MISTA
MIXED EVERGREEN TO SEMI DECIDUOUS

1 DE MONTANHA
MOUNTAIN

1 Sem araucária
Without araucaria

2 Com araucária
With araucaria

2 DE GALERIA
GALLERY

3 DE PANTANAL
MARSH OR SWAMP

3 ESTACIONAL
SEASONAL

1 CADUCIFÓLIA
DECIDUOUS SPINY FOREST

2 ESCLEROFÓLIA
SEMI DECIDUOUS SCLEROPHYLLOS

3 MISTA
MIXED SEMI DECIDUOUS TO DICIDUOUS

2 CERRADO
CERRADO

1 ESTACIONAL ESCLEROFÓLIA
SEASONAL SCLEROPHYLLOUS .

1 Cerrado
Cerrado

2 Campo limpo
Grassland

3 CAMPO
CAMPO OF

1 DE MONTANHA
MOUNTAIN

2 DE PANTANAL
MARSH OR SWAMP

3 DE GALERIA
GALLERY

4 DE DUNAS COSTEIRAS
COASTAL DUNES

1112	
1211	
2	
Caatinga *Caatinga*	131
Cerradão *Cerradão*	132
Mata sêca *Mata sêca*	133
211	
212	
31	
32	
33	
34	

49°

BATATAIS
BRODOSQUI
JARDINÓPOLIS
ALTINÓPOLIS
S. SEBASTIÃO DO PARAÍSO
ALPINÓPOLIS
CARMO DO RIO CLARO
REPRESA DE FURNAS
CAMPO BELO
PERDÕE
BOA ESPERANÇA
NEPOMUCENO
PONTAL
RIBEIRÃO PRETO
CAJURU
MONTE SANTO DE MINAS
GUAXUPÉ
MUZAMBINHO
CAMPOS GERAIS
TRÊS PONTAS
ALFENAS
CRAVINHOS
S. SIMÃO
S. ROSA DE VITERBO
MOCOCA
PARAGUAÇU
VARGINHA
ELÓI MENDES
MACHADO
TRÊS CORAÇÕ
S. RITA DO PASSA-QUATRO
TAMBAÚ
CASA BRANCA
VARGEM GRANDE DO SUL
POÇOS DE CALDAS
S. GONÇALO DO SAPUCAÍ
CAMPANHA
CAMBUQUIRA
ARAQUARA
PORTO FERREIRA
S. CRUZ DAS PALMEIRAS
S. JOÃO DA BOA VISTA
DESCALVADO
LAMBARI
CONCEIÇ DO RIO VE
PIRAÇUNUNGA
ANDRADAS
S. CARLOS
AGUAÍ
S. LOURENÇ
LEME
PINHAL
POUSO ALEGRE
S. RITA DO SAPUCAÍ
BROTAS
ÓURO FINO
MOJI-GUAÇU
ARARAS
ITAJUBÁ
RIO CLARO
MOJI-MIRIM
ITAPIRA
ÁGUAS DE LINDÓIA
PARAISÓPOLIS
SOCORRO
S. PEDRO
LIMEIRA
SERRA NEGRA
CAMBUÍ
PIQU
CACH. PAUL
PIRACICABA
AMERICANA
PEDREIRA
AMPARO
CAMPOS DO JORDÃO
GUARATINGUETÁ
48°
47°
46°

RIO DE JANEIRO
GUANABARA
BOM SUCESSO
S. JOÃO DEL-REI
BARROSO
BARBACENA
CARANDAÍ
VERTENTES
SERRA DAS VERTENTES
MANTIQUEIRA
RIO POMBA
VISC. DO RIO BRANCO
MURIAÉ
MIRAÍ
CATAGUASES
MIRACEMA
LEOPOLDINA
RECREIO
S. ANTÔNIO DE
S. JOÃO NEPOMUCENO
BICAS
ANDRELÂNDIA
JUIZ DE FORA
LIMA DUARTE
MATIAS BARBOSA
ALÉM PARAÍBA
RIO PARAÍBA DO SUL
CANTAGALO
CORDEIRO
BAEPENDI
CAXAMBU
TRÊS RIOS
PARAÍBA DO SUL
VALENÇA
NOVA FRIBURGO
SERRA DOS ÓRGÃOS
ITANHANDU
PASSA QUATRO
PICO DAS AGULHAS NEGRAS
PARQUE NACIONAL DE ITATIAIA
RESENDE
VOLTA REDONDA
VASSOURAS
BARRA DO PIRAÍ
MENDES
PARACAMBÍ
BARRA MANSA
CRUZEIRO
SERRA DA BOCAINA
TERESÓPOLIS
PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS
PETRÓPOLIS
CACHOEIRAS DE MACACU
MAJÉ
RIO BONITO
ITABORAÍ
Baía da Guanabara
R. Grande
R. das Mortes
R. Turvo
R. Elves
R. Novo
R. Pomba
R. Muriaé
R. Paraíbuna
R. Peixe
R. Preto
R. Paraíba do Sul
R. Piraí
R. Macacu
R. Macaé
R. São João
R. Bacaxá
R. Aiuruoca
R. Ingai
R. Baependi
R. Carvalho
R. Xopotó
R. Glória
211
212
1211
31
32
5°
44°
43°
42°

Impresso no Serviço Gráfico do IBGE.

IV.4 - USO DE IMAGENS ERTS NO ACOMPANHAMENTO E CONTROLE DE PROJETOS AGROPECUÁRIOS

IV.4.1 - Introdução

Considerando que uma das metas do Governo Brasileiro é o processo de ocupação de modo seletivo e ordenado de determinadas áreas prioritárias, como por exemplo a Amazônia, onde o Programa de Polos Pecuários poderá permitir a elevação do rebanho da Amazônia para 5.000.000 de cabeças, é de grande interesse verificar a possibilidade da utilização das imagens ERTS no acompanhamento e controle dos projetos agropecuários.

A SUDAM (Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia) é um órgão de planejamento e coordenação federal na Amazônia Legal. No campo privado, um de seus objetivos é a análise, aprovação e fiscalização dos projetos agropecuários implantados na região com incentivos fiscais concedidos pelo Governo na dedução do Imposto de Renda.

O método utilizado pelos empresários, que é o desmatamento a corte raso para o plantio de capim, deverá ser controlado no que se refere aos 50% da reserva florestal, conforme preceitua a Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal) em seu artigo 16, letra b.

A fiscalização e acompanhamento desses projetos agropecuários tornam-se bastante difíceis quando se utilizam técnicas para verifica

ção no campo, pois trata-se de áreas muito extensas e de difícil acesso.

Observa-se que nas imagens ERTS, os projetos agropecuários apresentam boa definição o que possibilita a delimitação dos mesmos com relativa precisão.

A presente pesquisa visa, por meio das imagens ERTS, uma metodologia racional e eficaz no controle e acompanhamento da evolução dos projetos agropecuários implantados.

A utilização de imagens orbitais torna-se, neste caso, uma ferramenta poderosa para o controle desses projetos, uma vez que temos imageamento repetitivo do satélite ERTS de 18 em 18 dias, o que oferece a oportunidade de se ter um controle contínuo e bastante atualizado da área.

A área utilizada para esta pesquisa abrange a região sob influência dos Rios Xingu e Araguaia com uma superfície aproximada de 170.000 km^2, localizada a Nordeste do Estado de Mato Grosso, compreendida entre os paralelos $10^{o}00'$ e $14^{o}00'$ Sul e os meridianos $51^{o}00'$ e $53^{o}00'$ Oeste. A figura IV.23 mostra a área em questão.

Na avaliação do desmatamento foram utilizadas imagens de 1974 e para acompanhamento do mesmo ao longo do tempo, em parte da área, foram utilizadas imagens tomadas em 3 datas diferentes (Fig. IV.23).

Fig. IV.23 - Localização da área em estudo.

IV.4.2 - Metodologia

A condução do trabalho foi feita utilizando-se imagens do sensor MSS (Multispectral Scanner System) do ERTS-1. A área em estudo compreende 6 imagens na escala de 1:1.000.000. Dois mosaicos, um do canal 5 e outro do canal 7, foram confeccionados para se ter uma visão global da área.

Foram utilizadas imagens tomadas numa mesma data para avaliação do desmatamento total ocorrido na região até junho de 1974. Para o acompanhamento do desmatamento progressivo utilizou-se imagens de três datas diferentes: novembro de 1972, agosto de 1973 e junho de 1974, referentes a uma área específica (Figura IV.23 - área B).

Para o cálculo das áreas desmatadas as imagens foram numeradas de acordo com a Figura IV.23, isto é:

Área A: Imagem E-171175-125104

Área B: " E-171175-125129

Área C: " E-171175-125154

Área D: " E-174176-125655

Área E: " E-174176-125720

Área F: " E-174176-125745

As imagens foram ampliadas para 1:250.000, nos canais 5 e 7, com a finalidade de se avaliar com maior precisão as áreas ocupadas com pastagens. A medida das áreas foi feita utilizando-se papel milimetrado.

A interpretação e delimitação dos projetos agropecuários foram baseadas nas respostas espectrais e aspectos temporais nos canais 5 e 7. Além disso, baseado no aspecto espacial, foi traçada a rede de drenagem e delimitadas as várias unidades de vegetação natural que ocorrem na região.

No mapeamento da drenagem o canal 7 foi utilizado para o traçado da rede principal, lagos, áreas úmidas e planícies de inundação. Para o traçado da rede secundária foi utilizado o canal 5, utilizando-se a mata galeria como elemento básico no mapeamento, pois ela salienta-se pela sua tonalidade mais escura, quando comparada com áreas adjacentes, principalmente nas áreas de cerrados.

IV.4.3 - Resultados e Discussão

A figura IV.24 mostra o mapa da rede de drenagem da área em estudo. A região compreende duas bacias principais de drenagem: a do Rio Xingu e a do Rio Araguaia, separadas por um amplo divisor de águas constituído pela Serra do Roncador.

O padrão de drenagem predominante é o dendrítico, sendo que os Rios Xingu e Suiá-Missu, como também alguns de seus afluentes da margem esquerda, apresentam uma orientação Noroeste-Sudoeste, o que pode sugerir a presença de um sistema de fraturamento na área.

REDE DE DRENAGEM DA REGIÃO SOB INFLUÊNCIA DOS RIOS XINGU E ARAGUAIA

LEGENDA

PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO

RODOVIAS

PROJETOS AGROPECUÁRIOS

CIDADES

RIOS E LAGOS

ESCALA

10 0 20 40 KM

FIGURA IV.24

Pode-se notar que o sistema de drenagem na região, mesmo em áreas cobertas por floresta ou outro tipo de vegetação, é facilmente identificado na imagem.

Na área de cerrados a drenagem superficial é rica, o que pode ser evidenciado pela presença de grande número de rios, lagos, lagoas e áreas úmidas, o que indica um baixo grau de permeabilidade do solo. Portanto, sendo a drenagem superficial densa, podemos inferir a existência de solos mal drenados com baixo índice de infiltração.

Por se localizar, esta área, numa região de clima de transição entre o tropical com duas estações bem definidas e o úmido, e devido à presença de rochas pouco resistentes à periodicidade das enchentes e vazantes e à deposição recente de sedimentos, estão sendo formadas extensas planícies de inundação nos Rios Xingu e Suiá-Missu. Estas planícies de inundação foram mapeadas, calculadas as áreas que elas ocupam, bem como a porcentagem sobre a área total. Estes resultados são apresentados na Tabela IV.3.

A importância do mapeamento das planícies de inundação diz respeito à localização de determinados projetos agropecuários. Pode-se notar que certos projetos encontram-se instalados ao lado destas planícies podendo, devido a esta situação, sofrer inundações na época das enchentes e baixar o rendimento das pastagens. Os projetos nas áreas de inundação deverão sofrer uma verificação de campo para que esta observação seja confirmada.

TABELA IV.3

ÁREA OCUPADA PELAS DIFERENTES UNIDADES MAPEADAS

ALVOS IDENTIFICADOS	ÁREA EM HA.	PORCENTAGEM DA ÁREA TOTAL
FLORESTA	7.214.107,93	41,37%
FLORESTA DE GALERIA	780.600,00	4,48%
CERRADÃO	2.648.111,48	15,18%
CERRADO DENSO	2.018.900,00	11,58%
CERRADO	3.536.000,00	20,28%
PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO	653.100,00	3,74%
CAMPOS	352.700,00	2,02%
PROJETOS AGROPECUÁRIOS	235.580,00	1,35%
TOTAL	17.439.100,00	100,00%

Outro aspecto que se pode notar na imagem, com relação à drenagem, é a localização de projetos nas cabeceiras dos rios. Essas regiões são desfavoráveis para a implantação das pastagens porque, quando desmatadas, podem provocar a quebra do equilíbrio ecológico da área.

Quanto à rede viária da região, verifica-se que é pobre, constituída por duas rodovias principais: a Br-080 e a Br-158. A rodovia Br-080, que liga a cidade de Barra do Garças,no limite entre os Estados de Mato Grosso e Goiás, à rodovia Cuiabá-Santarém, atravessa a região e acompanha, na sua maior parte, os espigões da Serra do Roncador. Foi possível também identificar algumas cidades como São Felix, Luciara, Porto Velho e Santa Terezinha, e algumas vilas ao longo da Br-080.

Em termos de vegetação natural esta é a região de transição entre os cerrados do Planalto Central e a Floresta Amazônica. Foi possível a identificação e mapeamento das principais unidades de vegetação (Fig. IV.25) que ocorrem na área em estudo: floresta, floresta de galeria, cerradão, cerrado denso, cerrado e campos. A área que cada unidade ocupa, como também a porcentagem sobre a área total, foram calculadas e os resultados são apresentados na Tabela IV.3.

A dificuldade encontrada no mapeamento da vegetação foi a definição dos limites entre determinadas unidades, como, por exemplo, o limite entre floresta e cerradão. Seria necessário um trabalho de campo para melhor definir os limites entre essas unidades. Por outro lado, os limites

MAPA DE VEGETAÇÃO DA REGIÃO SOB INFLUÊNCIA DOS RIOS XINGU E ARAGUAIA

LEGENDA

- FLORESTA
- FLORESTA DE GALERIA
- CERRADÃO
- CERRADO DENSO
- CERRADO
- CAMPOS
- PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO
- PASTAGENS ARTIFICIAIS

- ESTRADAS
- * CIDADES

ESCALA

10 0 20 40 KM

FIGURA IV.25

entre floresta/cerrado e floresta/campos são nítidos e bem evidenciados, devido à tonalidade contrastante entre estas unidades de vegetação.

Quanto aos projetos agropecuários implantados na área, pode ser verificado que eles se encontram, na sua maior parte, distribuídos ao longo da rodovia Br-080 ou, como em alguns casos, ao lado dos rios, utilizando-os como via de transporte.

As áreas ocupadas pelos projetos foram calculadas por imagem, numeradas anteriormente (Fig. IV.23), e os resultados são apresentados na Tabela IV.4. Pôde ser verificado que os projetos que apresentaram crescimento expressivo, desde a sua implantação, foram aqueles que se localizavam próximo das rodovias, sendo que os outros permaneceram praticamente constantes.

Na avaliação do desmatamento progressivo, utilizou-se somente uma imagem (Fig. IV.26) tomada em três datas diferentes. Os resultados apresentados na Tabela IV.5 mostram o desmatamento ocorrido de ano para ano, desde a implantação dos projetos até junho de 1974. Os valores encontrados evidenciam o alto grau de desmatamento (12,14% até 1974) ocorrido na área.

Pelos resultados apresentados pela Tabela IV.3, levando-se em conta as áreas de floresta, floresta de galeria e cerradão, pode-se ver que apesar da pequena porcentagem de 2,2% de área desmatada, este valor é

Figura 26 - Imagem E-1377-12584, no canal 5, utilizada para acompanhamento do desmatamento.

TABELA IV.4

DESMATAMENTO OCORRIDO NA ÁREA ATÉ 1974

IMAGEM Nº	ÁREA EM HA.
A	19.247,18
B	35.217,82
C	101.336,97
D	4.184,13
E	61.397,68
F	14.286,81
TOTAL	235.580,59

TABELA IV.5

EVOLUÇÃO DO DESMATAMENTO UTILIZANDO IMAGEM DE TRÊS DATAS DIFERENTES

ÁREA TOTAL ANTERIORMENTE OCUPADA POR FLORESTA E CERRADÃO: 597.710,25 ha.		
ANO	ÁREA DESMATADA (ha.)	% SOBRE A ÁREA TOTAL DE FLORESTA E CERRADO
ATÉ 1972	49.267,06	8,24%
1973	64.072,42	10,72%
1974	72.542,12	12,14%

bastante expressivo em termos absolutos (235.580.59 ha), considerando-se que o número de projetos aprovados pela SUDAM na área ainda é pequeno em relação à área total e que, os projetos estão centralizados, na sua maior parte, numa faixa próxima às rodovias.

Pode-se notar que, ainda com relação aos projetos, determinadas áreas desmatadas apresentam-se com tonalidade e textura diferentes (Fig. IV.26), evidenciando solos sob diferentes condições de cobertura vegetal. Esta observação será estudada a partir da confecção de uma chave de interpretação para este tipo de análise através da correlação imagem/campo.

IV.4.4 - Conclusões

Baseada na interpretação das imagens ERTS-1 da área em estudo, pode-se concluir que:

1) a rede de drenagem é visível mesmo em regiões de vegetação densa.
2) Solos de cerrado mostram baixa capacidade de infiltração de água no perfil.
3) Alguns projetos agropecuários estão mal localizados no que se refere à planícies de inundação e cabeceiras de rios.
4) O limite entre floresta/cerradão é difícil de ser determinado necessitando de verificação de campo para melhor

definí-lo entre essas unidades de vegetação.

5) A maioria dos projetos em andamento estão localizados próximo às principais rodovias, cujo processo de evolução é mais intenso que naqueles localizados à considerá veis distâncias.

6) Os projetos agropecuários apresentam variações com relação à cobertura vegetal.

7) É possível avaliar o grau de desmatamento das áreas, mesmo fazendo-se observações em curtos intervalos de tempo.

IV.5 - IDENTIFICAÇÃO DE COBERTURA FLORESTAL ATRAVÉS DE IMAGENS ERTS-1

IV.5.1 - Introdução

Este trabalho foi desenvolvido em convênio com a UFV (Universidade Federal de Viçosa) e a ESALQ (Escola Superior de Agricultura - "Luiz de Queiroz".

O desenvolvimento desse trabalho teve por finalidade determinar a capacidade de certos sistemas de sensoriamento remoto para fornecer informações úteis na solução de problemas florestais, através dos estudos de:

- Determinação da capacidade de identificação e mapeamento de florestas nativas e florestas artificiais com dados obtidos pelo Satélite ERTS.

IV.5.2 - Materiais e Métodos

IV.5.2.1 - Materiais

Nesse trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Imagem ERTS na escala 1:1.000.000 do dia 15 de agosto de 1973.

- Imagem ERTS ampliada na escala de 1:250.000.
- Fotografias aéreas preto e branco na escala de 1:30.000.

IV.5.2.2 - Métodos

- Área Teste

Foi escolhida a área teste de Ipatinga em virtude de sua localização, com dois grandes rios - Doce e Piracicaba, e por apresentar em termos de cobertura vegetal, uma grande floresta natural, qual seja a do Parque Estadual do Rio Doce. Dentro deste, existem grandes lagos com mais de 5 km de extensão e vestígio de antigos lagos onde se desenvolve uma vegetação característica. Em volta deste parque florestal encontram - se imensos plantios de Eucaliptus de variadas idades.

A área teste está situada no Estado de Minas Gerais apresentando as seguintes coordenadas: 19°25'30"N - 42°25'00"L e 20°00'00" S-42°37'30"O.

- Abordagem

Foi montado um mosaico com as fotografias aéreas na escala de 1:30.000. A partir desse mosaico foi confeccionado um mapa base da área, contendo informações de vegetação, drenagem, rede viária, etc. O ma

Fig. IV.27 - Imagem E-1388-12205 mostra a localização da área teste.

pa base foi gerado a partir de interpretação das fotografias na escala de 1:30.000. Esse mapa apresenta vários tipos de cobertura vegetal, que foi possível identificar nas fotografias, com algumas dessas áreas checadas no campo.

Na imagem 1:1.000.000 do satélite ERTS foi feita a localização da área teste, como mostra a figura IV.27. Após a localização foi feita a ampliação dessa parte da imagem para a escala de 1:250.000, dos canais 5 e 7, que foram utilizadas para a interpretação.

IV.5.3 - Resultados

Na imagem ERTS foi possível identificar as seguintes unidades: reflorestamento antigo, reflorestamento novo, floresta natural em área plana e floresta natural em área com declive como mostra a figura IV.28.

Essa interpretação foi feita baseada em níveis de cinza, aspectos geométricos das unidades com comparações com o mapa base e com algum conhecimento de campo. Para essa interpretação foram utilizadas as imagens dos canais 5 e 7 ampliadas. O canal 7 foi usado para traçar os corpos d'água (rios, lagos), os quais se apresentam com um tom de cinza bem escuro nesse canal, contrastando com tons claros da cobertura vegetal. O canal 5 foi utilizado para traçar os limites das unidades mapeadas, levando-se em conta os níveis de cinza e também os aspectos geométricos des

Fig. IV.28 - Mapa temático da Área Teste de Ipatinga.

sas unidades.

Com relação a esses parâmetros as unidades mapeadas comportam-se do seguinte modo nos dois canais:

- Floresta natural apresenta-se com um aspecto homogêneo em relação à textura e tonalidade. Apresenta-se em um tom de cinza bem escuro no canal 5, e num tom bem claro no canal 7.
- O reflorestamento apresenta-se com um aspecto mosqueado devido à presença de pequenas áreas intercaladas, com formas geométricas definidas, originadas pela ação humana.

A distinção entre reflorestamento antigo e reflorestamento novo foi feita levando-se em consideração as respostas nos dois canais. O reflorestamento antigo apresenta-se com um tom cinza escuro no canal 5, e num tom claro no canal 7, enquanto que o reflorestamento novo apresenta-se com um tom cinza médio no canal 5 e um tom claro no canal 7.

IV.6 - UTILIZAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS (ERTS-1 E SKYLAB) PARA LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO

IV.6.1 - Introdução

Com o advento dos satélites artificiais de levantamento de recursos naturais e o grande potencial que o mesmo oferece, tomou-se a iniciativa de demonstrar a capabilidade do sistema ERTS-1 e SKYLAB para o levantamento pedológico de alguns tipos de solos que ocorrem ao Sul do Estado de Mato Grosso e ao Norte dos Estados do Paraná e São Paulo. A viabilidade de tal projeto trará um grande benefício ao Ministério da Agricultura e Secretarias Estaduais de Agricultura para a elaboração de uma carta esquemática de solos do Brasil.

IV.6.2 - Áreas Teste

Para a realização do presente projeto foram selecionadas áreas testes nos Estados de Mato Grosso (Dourados e Amambaí), São Paulo (Ribeirão Preto) e Paraná (Maringá) como mostra a figura IV.29. Nestas áreas teste existe uma grande variação de solos que são em sua maioria ocupados por intensa atividade agrícola, abrangendo uma área de aproximadamente 140 mil quilômetros quadrados.

Os fatores relevantes na escolha das áreas são os convênios que o INPE mantém com as Secretarias de Agricultura daqueles Esta

dos. Desta feita os pesquisadores daquelas Instituições contribuirão fornecendo informações de verdade terrestre, sempre que forem necessárias,bem como os mapas de solos, a nível de reconhecimento das citadas áreas, que servirão para trabalhos de comparação com as interpretações feitas sobre as imagens orbitais.

Para a seleção das áreas teste também levou-se em consideração o fato delas possuirem elementos comuns a uma extensa região e que ofereçam uma infraestrutura básica ao desenvolvimento do projeto de mapeamento de solos.

Essas áreas servirão como pontos de apoio para a realização das missões de verdade terrestre. Essas missões consistem na obtenção dos parâmetros básicos de identificação, servindo como suporte para as interpretações realizadas em laboratório, dando assim maior confiabilidade ao projeto.

IV.6.3 - Material e Métodos

Para o desenvolvimento do projeto serão utilizados os diapositivos em 70 mm do "Multispectral Scanner System" (MSS) do ERTS-1, nos quatro canais, para a confecção das composições infravermelhas coloridas , bem como imagens em papel nas escalas de 1:1.000.000 e de 1:500.000.

As transparências infravermelhas coloridas do SKYLAB e

Fig. IV.29 - Localização da área teste.

as composições feitas com os diapositivos do MSS servirão como suporte às interpretações preliminares dos diferentes tipos de solos apoiando-se nas diferentes respostas espectrais dos alvos em estudo.

A metodologia que será empregada fundamenta-se nas informações bibliográficas de trabalhos regionais pertinentes às áreas teste em estudo. Serão mantidos contatos com instituições de pesquisas locais para o recebimento de trabalhos já realizados os quais contribuirão para um conhecimento preliminar das áreas.

Durante as missões para obtenção dos dados de verdade terrestre serão levantados os parâmetros físicos, temporais e espectrais dos alvos de interesse. A coleta de amostras de solos (que serão submetidas às análises físicas, químicas e espectrais em laboratório) será posteriormente associada com as informações bibliográficas e mapas de solos das respectivas áreas em estudo. Este processo visa o estabelecimento dos limites ocupados pelos diferentes tipos de solos nas imagens ERTS.

Após a interpretação preliminar das imagens, quanto aos tipos de solos, serão realizadas medidas densitométricas dos respectivos padrões pré-estabelecidos e serão submetidas a programa de computador para uma possível correção de limites.

Como produto final serão confeccionados os mapas de solo

das diferentes áreas teste obedecendo os padrões clássicos de apresentação,visando uma utilização prática e imediata pelos usuários.

IV.7 - AVALIAÇÃO DOS USOS DA TERRA EM 1964 e 1972 NA REGIÃO DE FURNAS

IV.7.1 - Introdução

A influência do homem sobre os recursos da terra se verifica de maneira muito dinâmica sendo observada em curto espaço de tempo. A avaliação dessas mudanças deve ser feita de modo rápido para que se tenha as informações em tempo oportuno o que implicaria num melhor manejo dos recursos.

Sensoriamento remoto oferece o potencial de se monitorar qualquer área e rapidamente permitindo coberturas periódicas. O uso de aeronave, no entanto, torna-se limitado pelo custo e pela grande quantidade de dados a serem tratados em levantamentos de grandes áreas como é o caso do Brasil.

Imagens orbitais constituem uma fonte de informações importantíssimas para verificar o impacto do homem sobre a terra.

Este fato tem por objetivo verificar as mudanças que ocorrem na região sobre influência do reservatório de Furnas de 1964 até 1972.

Esta região foi escolhida por apresentar uma boa quantidade de dados a nível de reconhecimento detalhado.

IV.7.2 - Material e Métodos

O trabalho foi realizado com o auxílio de um fotomosaico não controlado elaborado com aerofotografias, na escala de 1:60.000, USAF-1964 e publicado na escala de 1:100.000 e imagens do sensor MSS do ERTS-1 na escala de 1:1.000.000 e ampliadas para 1:100.000.

Foram utilizadas imagens do ERTS de setembro de 1972 e as fotografias aéreas de julho de 1964.

No fotomosaico procurou-se identificar e estabelecer as diversas categorias fisionômicas da área. Estas unidades foram comparadas e identificadas na imagem do ERTS (canal 5).

As unidades classificadas foram: Floresta, Cerrado, Campos Altimontanos, Água, Áreas Urbanas e Predominantemente Campo.

IV.7.3 - Localização

A área em estudo situa-se no sul do Estado de Minas Gerais, localizando-se entre os paralelos de 20°30' e 21°00' de latitude Sul e entre os meridianos de 46°00' e 46°30' a Oeste de Greenwich (Ver figuras

IV.30 e IV.31).

Na região está localizada a hidrelétrica de Furnas sendo constituída pelas partes dos seguintes municípios,(Ver figura IV.32):

- Bom Jesus da Penha
- Conceição de Aparecida
- Nova Resende
- Passos
- S. João Batista
- Piauí
- Capitólio
- Guapé
- Carmo do Rio Claro
- Alpinópolis

IV.7.4 - Clima

A classificação climática de Köppen condiciona a maior parte da área no tipo Cwb, o qual é um clima mesotérmico com verões brandos e estação chuvosa no verão e com temperatura média mensal inferior a 18°C no mês mais frio e inferior a 22°C no mês mais quente.

Nas regiões mais deprimidas as temperaturas elevam-se e os verões se tornam mais quentes e vigora o tiplo climático Cwa que é um cli-

ma mesotérmico com verões quentes e estação chuvosa no verão, possuindo temperatura média mensal inferior a 18°C no mês mais frio e superior a 22°C no mês mais quente.

IV.7.5 - Vegetação

Foram encontrados os seguintes tipos de vegetação,subtraindo as áreas cultivadas, vegetação secundária, pastagens artificiais. Os tipos vegetativos foram enquadrados em:

1 - Floresta tropical subperenifólia
2 - Floresta tropical subcaducifólia
3 - Floresta tropical caducifólia
4 - Cerrado
5 - Campos Altimontanos

FLORESTA TROPICAL SUBPERENIFÓLIA

Caracterizada pelo sempre verde em sua composição. Sua ocorrência foi verificada em relevo variando de suave ondulado e montanhoso.

FLORESTA TROPICAL SUBCADUCIFÓLIA

Este tipo de vegetação perde parcialmente as folhas na es

tação seca. Constatou-se a ocorrência em relevo variando entre suave ondulado e montanhoso.

FLORESTA TROPICAL CADUCIFÓLIA

Caracteriza-se pela queda de suas folhas na estação seca. Verificou-se sua ocorrência em relevo variando entre ondulado e montanhoso.

CERRADO

Formações evidenciando duas camadas. Um nível arbóreo constituído por elementos de pequeno porte e um outro composto de herbáceo ralo de pequena altura. Encontrou-se em áreas de relevo suave ondulado a ondulado.

CAMPOS ALTIMONTANOS

Comunidade de indivíduos arbustivos isolados. Encontrado em relevo ondulado até montanhoso.

IV.7.6 - Resultados e Discussão

Os resultados são apresentados nas Tabelas IV.3 e IV.4, onde as áreas em km^2 equivalem às várias unidades fisionômicas. Foram estabelecidas estas áreas por partes dos municípios da Região de Furnas.

Fig. IV.30 - Localização da área.

Fig. IV.31 - Localização da região.

1. S.João Batista da Glória
2. Varqem Bonita
3. Piuí
4. Capitólio
5. Passos
6. Alpinópolis
7. Guape
8. Carmo do Rio Claro
9. Bom Jesus da Penha
10. Conceição da Aparecida
11. Nova Resende

Fig. IV.32 - Divisão Administrativa.

TABELA IV.6

DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES FISIONÔMICAS EM KM^2 POR PARTES DOS MUNICÍPIOS EM 1964 E 1972

	ÁREA TOTAL	ÁREA FLORESTA Km^2		ÁREA CERRADO Km^2		CAMPOS ALTIMONTANOS - Km^2		ÁREAS URBANAS Km^2		ÁGUA Km^2		PREDOMINANTEMENTE CAMPO Km^2	
		1964	1972	1964	1972	1964	1972	1964	1972	1964	1972	1964	1972
BOM JESUS DA PENHA	36,25	6,32	5,09	-	-	-	-	-	-	-	-	29,93	31,36
CONCEIÇÃO DE APARECIDA	44,59	5,87	3,80	-	-	-	-	-	-	-	-	38,72	40,79
NOVA RESENDE	3,74	0,86	0,73	-	-	-	-	-	-	-	-	2,88	3,01
PASSOS	230,09	19,93	19,55	-	-	4,15	4,60	-	-	1,90	2,20	204,11	205,94
S.JOÃO BATISTA	362,21	8,76	4,98	3,52	2,02	168,30	173,10	-	-	5,10	5,30	176,53	182,11
VARGEM BONITA	33,92	5,48	2,82	-	-	15,40	16,05	-	-	-	-	13,04	15,05
PIUÍ	56,41	7,25	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	49,16	54,41
CAPITÓLIO	504,01	18,55	18,30	0,87	0,55	161,32	166,24	0,35	0,75	34,00	38,00	288,92	280,17
GUAPÉ	248,90	4,59	3,08	1,59	1,21	-	-	-	-	37,00	41,00	205,72	203,63
CARMO DO RIO CLARO	592,70	37,16	32,38	1,97	0,66	32,60	33,41	1,21	1,56	74,00	81,00	445,76	443,69
ALPINÓPOLIS	797,70	31,86	21,67	7,42	3,39	35,80	36,13	2,40	4,70	59,00	69,50	661,22	662,31
TOTAL	2910,52	146,63	114,40	15,37	7,83	417,53	429,53	3,96	7,01	211,00	237,00	2115,99	2122,27

TABELA IV.7

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE FLORESTA E CERRADO DESMATADOS ENTRE 1962 E 1972

	ÁREA DESMATADA Km^2	% DE DESMATAMENTO	% DE FLORESTA DESMATADA	% DE CERRADO DESMATADO
BOM JESUS DA PENHA	1,23	19,46%	19,46%	-
CONCEIÇÃO DE APARECIDA	2,07	35,36%	35,26%	-
NOVA RESENDE	0,13	15,11%	15,11%	-
PASSOS	0,38	1,90%	1,90%	-
SÃO JOÃO BATISTA	4,28	43,08%	43,15%	42,61%
VARGEM BONITA	2,62	47,81%	47,81%	-
PIUÍ	5,25	72,41%	72,41%	-
CAPITÓLIO	0,57	2,94%	1,34%	36,78%
GUAPÉ	1,89	30,58%	32,89%	23,89%
CARMO DO RIO CLARO	6,09	15,60%	12,86%	66,49%
ALPINÓPOLIS	14,22	36,20	31,98%	54,31%
TOTAL	34,77	21,216%	18,97%	49,05%

Analisando os resultados obtidos em 1964, por fotografia aérea e do ERTS-1 em 1972, vê-se uma variação nas áreas entre as duas épocas.

As áreas florestais sofreram 18,97% de desmatamento e não se observa atividades de reflorestamento. O mesmo aconteceu com o cerrado onde o desmatamento atingiu grandes proporções.

Não se observa atividade agrícola intensa na região.

As figuras IV.33 e IV.34 mostram o uso da terra em 1964 e 1972 respectivamente.

Verifica-se que as maiores concentrações florestais foram constatadas nas partes dos municípios de Passos, Capitólio, Carmo do Rio Claro e Alpinópolis e as maiores porcentagens verificam-se em Bom Jesus da Penha e Nova Resende e a maior intensidade de desmatamento ocorreu nas proximidades da represa.

A figura IV.35 mostra a suscetibilidade e erosão da região de Furnas.

IV.7.7 - Conclusões

Os resultados obtidos mostraram uma tendência da região em áreas Predominantemente Campo.

DIVISÃO ADMINISTRATIVA

1-S.JOÃO BATISTA DA GLÓRIA
2-VARGEM GRANDE
3-PIUÍ
4-CAPITÓLIO
5-PASSOS
6-ALPINÓPOLIS
7-GUAPÉ
8-CARMO DO RIO CLARO
9-BOM JESUS DA PENHA
10-CONCEIÇÃO DE APARECEIDA
11-NOVA RESENDE

FLORESTA
CERRADO
CAMPOS ALTIMONTANOS
PREDOMINANTEMENTE CAMPO
ÁGUA
ÁREAS URBANAS

Fig. IV.33 - Região de Furnas - Usos da Terra em 1964.

Fig. IV.34 - Região de Furnas - Usos da Terra em 1972.

1	FRACA
2	SUAVE
3	MÉDIA
4	FORTE
5	EXCESSIVA

Fig. IV.35 - Mapa da Suscetibilidade à Erosão da Região de Furnas.

As comunidades florestais sofreram um decréscimo originado pelo desmatamento implicando num aumento nas áreas Predominantemente Campo, Campos Altimontanos e Áreas Urbanas.

As áreas urbanas apresentaram um aumento significativo,sendo que o Núcleo Residencial de Furnas mostrou uma expansão superior as demais áreas. Isto indica que houve uma influência excessiva da represa.

A região apresenta pequenas áreas ocupadas por florestas que estão sofrendo desmatamento.

Baseado nos mapas obtidos pode-se indicar as áreas que precisam de reflorestamento.

Verifica-se muitas áreas erodidas medidas que necessitam de práticas conservacionantes.

IV.7.8 - Bibliografia

ALMEIDA, H. da C. e outros - *"Reconhecimento Detalhado e Aptidão Agrícola dos Solos em Área Piloto no Sul do Estado de Minas Gerais"*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro do Café.

BUCKMAN, H.O. and BRADY - *"The Nature and Properties of Soils"*. 329-370, il. The Macmallan Co. N. York, 1960.

COELHO, A.G.S. - *"Variação Decenal do Uso Agrícola das Terras"*. Campinas Instituto Agronômico, 1974. (Boletim Técnico nº 11).

LUEDER, P.R. - *"Aerial Photographic Interpretation"*. McGraw-Hill Book Co. Inc. N.York, 1959.

RANZANI, G. - *"Manual de Levantamento de Solos"*. 2a. ed. ESALQ-USP. Piracicaba, 1969.

IV.8 - AVALIAÇÃO DE PASTAGENS USANDO IMAGENS ERTS (APLICAÇÕES DE SENSORIAMENTO REMOTO MULTIESPECTRAL NA ANÁLISE DA CAPACIDADE DE SUPORTE DE PASTAGENS)

IV.8.1 - INTRODUÇÃO

A produção animal é ainda uma das mais importantes fontes de proteína para suprir as necessidades do homem. Ecologistas, botânicos e economistas têm trabalhado para fornecer novas e importantes informações para que as fazendas sejam administradas de maneira mais eficiente. Quase 90% da produção animal da América Latina é dependente da pastagem natural, entretanto, não existe uma mentalidade de conservação das terras de pastagens naturais. A escassez de carne e leite no mercado brasileiro demonstra a necessidade de se procurar uma tecnologia mais eficiente para avaliar a capacidade dos recursos de pastagem. É de real importância ter um conhecimento acurado e atualizado da estrutura, do uso e da condição de vastas

áreas das terras brasileiras com pastagem natural. Tal trabalho entretanto é muito complexo e custoso e devido a estas razões ainda não foi satisfatoriamente realizado.

As técnicas de sensoriamento remoto oferecem informações atualizadas e rápida realimentação dessas informações sobre mudanças de condições ambientais. É necessário conhecer a estação do ano, diferença nas características que podem ser melhor detetadas, com que espécie de filme, e segundo quais tipos de filtros (1). Esse trabalho objetiva demonstrar que as técnicas de sensoriamento remoto podem realizar tal trabalho mais eficientemente com menor número de especialistas num período de tempo menor e para grandes áreas. As análises multiespectrais foram usadas para obter informações sobre uma pastagem nativa protegida por dois anos, por meio de um vôo sobre a área com um sistema de câmaras multiespectrais a uma altitude de 500 m.

IV.8.2 - Metodologia

A área escolhida está localizada dentro da área teste do INPE em Cachoeira Paulista, distante 200 km de São Paulo. A cobertura vegetal dominante é o Capim Gordura (*Melinis minutiflora*) e pequenas áreas mistas com Capim Colonião (*Panicum maximum*). As duas principais ervas daninhas são o Sapé (*Imperata brasiliensis*) e a Vassourinha (*Baccharis rufescens*). A Taboa (*Thyfa sp.*) aparece em solos de terras baixas altamente úmidos e com água superficial. Algumas outras espécies aparecem dispersas sobre a área

devido a presença do homem antes que ela fosse colocada sob proteção. O capim elefante (Pennisetum purpureum), batatais (Paspalum notatum), Bambu e alguns arbustos aparecem também na área. Durante os meses de junho a setembro, estação seca no Estado de São Paulo, as espécies palatáveis tais como "Melinis" estão geralmente secas e perdem suas folhas depois da fase de florescimento. As ervas daninhas tais como o Sapé e a Vassourinha não sofrem a influência da seca, no entanto, fornecem uma cobertura foliar menos densa. A estação seca foi escolhida para o vôo por causa do contraste entre as plantas palatáveis e não palatáveis. A análise de laboratório através de espectrofotômetro foi feita para estudar a reflectância das folhas usando o aparelho Perkin-Elmer, modelo 450, com esfera integrada. Na fase de crescimento tanto da "Melinis" quanto da "Imperata",as curvas de reflectância das folhas (Fig. IV.36) mostram uma alta absorção da clorofila em torno dos comprimentos de onda de 500 a 650 nm. A "Imperata" tem o mesmo padrão da curva de reflectância da "Melinis", porém desloca-se mais ou menos 10 μm em direção aos comprimentos de onda curtos, em todas as faixas. Usando-se esta informação uma curva estimada da reflectância das folhas foi estabelecida (Fig. IV.37). Pode ser visto que existe alto contraste entre áreas cobertas pela "Imperata" e "Melinis" nas regiões espectrais de 500, 600 nm e depois de 700 nm. Por esta razão quatro filtros foram escolhidos para serem usados com os filtros selecionados (Tabela IV.5). A combinação das transmissões de filtro e das curvas de reflectância das plantas são também aqui ilustradas (Fig. IV.37).

O vôo foi realizado em 6 de julho de 1973 usando-se o siste

Fig. IV.36 - Curvas de reflectância das folhas.

Fig. IV.37 - Combinações entre a reflectância da planta e transmissões de filtro ao longo do comprimento de onda.

TABELA IV.8

PARÂMETROS DE VÔO

Altitude Relativa: 500 metros

Data: 6 de julho de 1973

Hora: 12:15 - hora local

FILME	FILTRO	VELOCIDADE	ABERTURA DE DIAFRAGMA
Plus-X Aerographic 2402 Estar Base SP 494	Amarelo	1/250	f/11
Plus-X Aerographic 2402 Estar Base SP 494	Vermelho	1/250	f/8
IR-Aerographic 2424 Estar Base SP 494	89B	1/250	f/8
Aerochrome IR 24443 Estar Base SP 494	Laranja	1/250	f/4

ma Hasselblad 500 EL/70 mm a uma altitude de 1.500 pés. Foram obtidas assim fotografias na escala de 1:9144. Quatro filtros foram usados: o amarelo, o laranja, o vermelho e o Kodak Wratten 89B. A Tabela IV.3 mostra os parâmetros de vôo. O tempo de operação foi por volta de 12:00 horas para se evitar sombra da vegetação.

IV.8.3 - Interpretação

A análise conjunta dos dados obtidos nas 4 faixas torna possível uma interpretação acurada e eficiente. O filtro amarelo transmite radiação refletida pela superfície das plantas em comprimentos de ondas acima de 0.45 µm. O filtro vermelho elimina a radiação refletida em comprimentos de onda menores que 0.575 µm. Então o filtro vermelho fornece informações num formato mais contrastante do que o amarelo absorvendo algumas informações que aparecem nos outros filtros. Isto facilita a interpretação porque permite a análise de menor quantidade de dados. É importante lembrar que os outros filtros devem ser usados para se obter informações omitidas pelo filtro vermelho.

Outro parâmetro que tem que ser considerado é a sensibilidade do filme para as radiações de diferentes comprimentos de onda. O filme Aerographic Infrared - com filtro Wratten 98B - é sensível a comprimentos de onda mais longos que 0.7µm. Esta faixa informa a condição da planta sob o ponto de vista fisiológico. Então para as plantas sadias e com cobertura densa, a resposta aparecerá em tons escuros na transparência positiva.

Se a planta for pouco densa o suficiente para permitir que o filme receba alta reflectância do sol na faixa do visível, então ela aparecerá como vermelho claro. Se a planta perde reflectância infravermelha a imagem positiva será mais próxima do "cyan" até o verde. A Figura IV.38 mostra esta reação na área coberta pela "Melinis" seca a qual aparece verde na imagem infravermelha colorida e escura na imagem preto e branco. Áreas cobertas pela "Imperata" aparecem de rosa a branco no infravermelho colorido, por causa da cobertura da massa foliar, e em tons de cinza claro nas imagens infravermelhas preto e branco. As áreas de alto teor de umidade aparecem em tons mais escuros por causa da baixa reflectância do solo. Uma comparação entre os padrões de reflectância das plantas e as curvas de transmissão de filtros permitem o estabelecimento de uma chave de interpretação para se obter os resultados requeridos.

O filme infravermelho colorido tem três camadas sensíveis. A de baixo é sensível à radiação vermelha refletida e corresponde à cor magenta na transparência positiva. A camada do meio é sensível ao verde e aparece amarelo na imagem positiva. A camada superior é sensível ao infravermelho e aparece em "cyan" na imagem positiva (6).

IV.8.4 - Resultados

A figura IV.39 mostra o mapa final da capacidade de suporte das pastagens que ocorrem na área divididas em 4 classes:

CLASSE A - Áreas capazes de receber animais para pasto-

reio imediatamente durante a estação chuvosa. Estas áreas são cobertas por espécies palatáveis de Capim Gordura (Melinis minutiflora), Colonião (Panicum maximum) ou Capim Elefante (Pennisetum purpureum).

CLASSE B - Áreas não disponíveis para pastagem por serem ocupadas por espécies invasoras tais como: o Sapé (Imperata brasiliensis), a Vassourinha .... (Bacchoris rufescences), Batatais (Paspalum notatum) e outros arbustos. Para o aproveitamento dessa classe tem que haver o controle desses invasores.

CLASSE C - Áreas que necessitam recuperar suas terras antes do pastoreio porque estão sofrendo problemas de drenagem. Elas são classificadas pela presença da Taboa (Thypha sp.) que é um indicador de solos com alto teor de água.

CLASSE D - Áreas não cobertas por vegetação, ocupadas por estradas, canais de água ou construções.

No mapa existem algumas áreas que são apresentadas numa mistura de Classe A e Classe B. Isto significa que elas são cobertas por uma mistura de espécies palatáveis e não palatáveis. Nesse caso uma decisão importante deve ser tomada: se controla primeiramente os invasores ou se usa a área para pastagem diretamente, considerando que ela tem 50% de

Filme Panchromatic
com
Filtro Amarelo

Filme Panchromatic
com
Filtro Vermelho

Filme Aerographic IV
com
Wratten 89B

Filme Aerochrome IV
com
Filtro Laranja

Fig. IV.38 - Fotografias multiespectrais da mesma área nas quatro combinações de filme/filtro.

Fig. IV.39 - Mapa da capacidade de suporte.

plantas palatáveis ou seja 50% da capacidade de suporte de uma área da Classe A.

Duas áreas não classificadas são mostradas no mapa devido à presença de nuvens nas fotografias.

A Tabela IV.5 mostra a classificação detalhada em 21 categorias e como elas são resumidas em quatro classes.

IV.8.5 - Conclusões

Diferentes espécies de plantas podem ser identificadas pelo sensoriamento multiespectral durante um período adequado do ano. A combinação da informação obtida nas diferentes faixas de comprimentos de ondas fornece dados essenciais para a avaliação do pasto e estabelecimento de uma política racional para seu uso . Um filtro vermelho com filme Aerographic plus-X (Pancromático) fornece informações mais contrastantes neste período. O filme Plus-X com filtros amarelos fornece uma idéia geral da cobertura verde. Os filmes infravermelhos preto e branco e o infravermelho colorido fornecem informações específicas sobre a condição da planta, o estágio e a maturidade. A análise multiespectral fornece dados integrados.Escolher a estação certa para a operação multiespectral em sensoriamento remoto é o fator mais importante para se obter resultados proveitosos. A aplicação das técnicas de sensoriamento remoto em controle de pastagem diminui o número necessário de especialistas, o tempo necessário para a cole

ta de dados e análise e substitue a maior parte do trabalho de campo a ser feito, mas exige uma interpretação altamente eficiente das imagens. As técnicas de sensoriamento remoto fornecem informações em tempo real mas exigem que os usuários dessas informações estejam familiarizados com a maneira de utilizá-las e de otimizar o uso de suas terras de pastagem.

IV.8.6 - Outras Aplicações

São necessárias outras pesquisas e publicações sobre as aplicações de sensoriamento remoto no campo de controle de pastagens. É importante se conhecer as propriedades espectrais das plantas para possibilitar a seleção dos sensores certos, altitude e combinação entre filme e filtros para cada propósito dos estudos exigidos. A estimativa da capacidade de suporte, pressão de pastoreio e o cálculo da produtividade das pastagens através de técnicas de sensoriamento remoto são importantes para futuras pesquisas neste ramo.

TABELA IV.9

RESUMO DA CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE SUPORTE

CLASSES / CATEGORIAS	A	B	C	D
	1. Melinis 2. Melinis misturado com Colonião 3. Melinis baixo e seco 4. Melinis muito baixo 80% de cobertura de solo 5. Pennisetum	6. Imperata 7. Imperata com 5% das folhas superiores vermelhas 8. Imperata nos declives 9. Baccharis 10. Imperata com Melinis 11. Arbustos 12. Melinis misturado com arbustos 13. Paspalum	14. Thypha 15. Thypha com Imperata 16. Thypha misturado com arbustos 17. Bambu	18. Solos nūs 19. Canais d'água 20. Estradas 21. Construções

IV.8.7 - Referências

1 ARNOLD, R.D. - *"The Environment - Where Do We Stand? From the Vantage Point of Space"*. J. Range Management, 25:413-414 (1972).

2 BLYDENSTEIN, J. - *"Developing Range Management in Latin America"*, J. Range Management, 25:7-9 (1972).

3 CARNEGGIES, D.M. and J.N. REPPERT - *"Large Scale 70 mm Aerial Color Photography"*. Photogrammetric Engineering Vol. 35 Nº 3:249-257(1969).

4 DRISCOLL, R.S. et al. - *"Identification and Measurement of Herbland and Shrubland Vegetation from Large Aerial Color Photographs"* Proceedings of the XI International Grassland Congress: 95-98 (1970).

5 FREYTAG, H. - *"The Hasselblad Way"* - The Focal Press. London and New York. 423p. (1973).

CAPÍTULO V

GEOGRAFIA

CAPÍTULO V

GEOGRAFIA

V.1 - ATIVIDADES DO GRUPO DE GEOGRAFIA RELACIONADAS AO USO DAS IMAGENS ERTS

No desenvolvimento de programa de utilização de imagens ERTS-1 para fins de levantamento e estudo de Recursos Naturais no Brasil, as atividades do Grupo de Geografia seguiram duas etapas distintas. Na primeira fase analisaram-se as imagens nos canais 4,5,6 e 7, não coloridas, concluindo-se que para estudos geográficos o maior número de informações era obtido nos canais 5 e 7. Esta análise baseou-se na capacidade da vista humana em interpretar as respostas espectrais, impressas em cópias fotográficas, dos diferentes materiais componentes da superfície da Terra.

Para fins de interpretação as imagens foram analisadas visualmente como fotografias aéreas convencionais. Os resultados foram comparados com mapas e bibliografia existentes. Não foi utilizada a interpretação automática de dados, nem com cópias coloridas, até o presente momento.

A partir dos estudos realizados nessa primeira fase foi possível planejar a segunda etapa do programa cujos trabalhos se dirigi

ram para dois projetos, dos quais apresentaremos a seguir os resultados preliminares. São projetos específicos com a utilização de imagens ERTS.

V.2 - MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO ALTO SÃO FRANCISCO

V.2.1 - Introdução

O objetivo deste trabalho é o mapeamento geomorfológico da Bacia do Alto Rio São Francisco com a utilização de imagens ERTS.

A área em estudo corresponde à Folha de Belo Horizonte, da Carta do Brasil ao milionésimo (editada pelo IBG-1972) (Fig. V.1), estando localizada entre 16° a 20°S e 42° a 48°N, incluindo, em sua maior parte, o Estado de Minas Gerais.

Esta área foi escolhida com a finalidade de conciliar estudos de natureza geológica, geomorfológica, de vegetação e de solos, atualmente em desenvolvimento nos Projetos de Sensoriamento Remoto do INPE. A região em estudo é ainda uma das áreas de grande interesse em estudos metodológicos no levantamento de recursos naturais, pois apresenta grande diversificação quanto a suas características ecológicas. A variedade e complexidade das paisagens que compoem essa região permitirá o estabelecimento de chaves de interpretação e de identificação que facilitarão posteriormente a interpretação geomorfológica de outras regiões do país.

Fig. V.1 - Localização da Carta de Belo Horizonte no mapa do Brasil.

V.2.2 - Materiais e Métodos

O material básico utilizado na confecção do mapa geomorfológico foram as imagens obtidas do satélite ERTS-1 , na escala de ..... 1:1.000.000, nos canais 5 e 7. Foi também confeccionado um mosaico da área em estudo, na mesma escala e respectivos canais, com o objetivo de se obter uma visão de conjunto e da articulação entre as diferentes unidades geomorfológicas a serem mapeadas.

Como material auxiliar na interpretação das imagens foram utilizados mapas geológicos, topográficos, de vegetação, solos e bibliografia disponível.

Os canais 5 e 7 foram considerados os mais úteis ao mapeamento geomorfológico, uma vez que os canais 4 e 6 não apresentam um nível de contraste que permita a distinção de unidades geomorfológicas.

Observou-se que o canal 7 fornece informações para mapeamento dos diferentes tipos de escarpas, lineamentos e outras feições estruturais. Os corpos d'água aparecem bem definidos nesse canal, sendo fácil delimitá-los pela absorção da água na faixa do infravermelho do espectro eletromagnético.

A drenagem secundária é mapeada no canal 5 através da mata ciliar que, absorvendo os raios no comprimento de onda de 0,6μ a 0,7μ,

vai aparecer escura.

Pela comparação desses dois canais é possível ter-se uma idéia do recobrimento vegetal da área. A tonalidade de cinza, nos diferentes canais (5 e 7), indicará o grau de densidade de vegetação. Pelas diferenças texturais obtém-se informações quanto ao grau de dissecação do relevo.

Esses três tipos de informação, drenagem, tom de cinza e textura, permitem uma delimitação inicial das unidades geomorfológicas.

Para cada tipo de informação desejada foi confeccionado um "overlay" tendo-se assim, para cada imagem, "overlays" de mapeamentos de drenagem, tons de cinza, textura e de características estruturais. Da justaposição desses "overlays" chegou-se à delimitação das unidades geomorfológicas.

As informações adicionais necessárias de altimetria foram obtidas através de perfis esquemáticos nas imagens, comparados com perfis topográficos obtidos da Folha de Belo Horizonte. Pela comparação entre as cotas altimétricas e as unidades delimitadas nas imagens foi possível a obtenção da amplitude altimétrica do relevo da área.

V.2.3 - Critérios de Interpretação

Os critérios adotados na interpretação geomorfológica foram baseados diretamente nas características da imagem e consulta bibliográfica.

a - Rede de Drenagem

Através do arranjo espacial da drenagem podemos inferir uma série de fatos importantes para o mapeamento das formas de relevo. A rede de drenagem de uma região reflete sua estrutura, permeabilidade, topografia, vegetação, etc.

A imagem ERTS-1, em função da escala, permite que se tenha uma visão sinótica da rede de drenagem, o que permite uma separação preliminar de unidades geomorfológicas. Um padrão dendrítico, por exemplo, nos fornece informações de que a região possui pouca declividade, a rocha é pouco permeável e os processos geomórficos predominantes são fluviais.

b - Características Estruturais

A presença de falhas, escarpas, superfícies estruturais circulares, dobras, planícies aluviais, são também informações importantes para a delimitação de unidades geomorfológicas quando associadas à rede de drenagem.

c - Informações sobre os Sistemas Morfoclimáticos

A interação entre os sistemas morfoclimáticos e as condições de estrutura e litologia definem sistemas morfogenéticos. Assim, em um macro compartimento podemos, a partir das variações locais de estrutura e clima, inferir sistemas morfogenéticos.

d - Altimetria

A altitude relativa do compartimento, bem como a amplitude dos desníveis são informações importantes para a estruturação final de uma interpretação geomorfológica. Esses dados não podem, no momento, ser definidos quantitativamente na imagem, mas podem ser inferidos pelo comportamento das outras informações que a imagem oferece.

A partir desses critérios foi feita a interpretação das unidades mapeadas e adotada uma legenda geomorfológica compatível com a escala escolhida. As unidades mapeadas são descritas em termos das características apresentadas na imagem e das possíveis características correspondentes no terreno.

V.2.4 - Resultados

O mapeamento geomorfológico com imagens ERTS , levando-se em conta a escala e a ausência de estereoscopia, restringe-se, no momento, aos grandes compartimentos estruturais do relevo ou macro unidades

geomorfológicas, permitindo ainda a inferência dos principais tipos de processos morfogenéticos dominantes.

Como exemplo, temos a interpretação de duas imagens nos canais 5 e 7 da área em estudo (Figuras V.2, V.3, V.4, V.5) que foram selecionadas por serem bastante representativas, encontrando-se nelas praticamente quase todos os tipos de unidades geomorfológicas que ocorrem na área abrangida pela Folha de Belo Horizonte. A área correspondente a essas imagens é vista nas figuras V.6 e V.7.

De modo geral, a área recoberta pela Folha de Belo Horizonte apresenta-se com relevo bastante diferenciado, modelado em rochas Pré-Cambrianas e Paleomesozóicas.

Pela análise das imagens foi possível o reconhecimento de grandes compartimentos, bem como a diferenciação das sub-unidades regionais (Fig. V.8) a seguir relacionadas:

A - Chapadas e Serra do Espinhaço

É uma unidade bem individualizada na imagem por suas características fotogeomorfológicas distintas do restante da área.

Devido à sua complexidade estrutural e geomorfológica, aparecem diversos tipos de textura, diversas tonalidades e o padrão de

Fig. V.2 - Imagem ERTS E-1048-12314 - canal 5.

Fig. V.3 - Imagem ERTS E- 1048-12314 - canal 7

Fig. V.4 - Imagem ERTS E-1389-12.255 - canal 5.

Fig. V.5 - Imagem ERTS E-1389-12255 - canal 7.

drenagem varia de sub-dendrítico a paralelo.

Geologicamente é constituída por terrenos da série Minas, série Lavras, constando de tilitos, quartzitos, filitos, arenitos e metarenitos.

É delimitada a oeste por uma nítida escarpa de falha, formando um contacto brusco com as rochas da série Bambuí. Representa o divisor de águas dos rios que drenam para o São Francisco e dos que drenam para o Oceano Atlântico, sendo que a drenagem de Leste é aqui representada pelo Rio Jequitinhonha e seus afluentes. Apesar de se distinguir como uma macro unidade não apresenta unidade litológica, geomorfológica ou paleogeográfica, apresentando setores individualizados tais como:

1 - Relevo com cristas paralelas:

Aparece na imagem com textura rugosa notando-se grande variedade de alinhamentos, com direção predominantemente N-S. O tom de cinza é escuro no canal 5 e mais claro no canal 7, embora se destaque neste como cinza escuro, se comparado com as áreas adjacentes.

A rede de drenagem é relativamente densa, sendo que muitos rios apresentam um nítido controle estrutural.

É a sub-unidade que ocupa maior extensão em área, e é

M I N A S
G E R A I S
BELO HORIZONTE

RIO DE JANEIRO
CAMPINAS
LIBERDADE
ESCALA — SCALE
1:1.000.000

ESBOÇO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DO ALTO SÃO FRANCISCO

L E G E N D A

CHAPADAS e SERRA DO ESPINHAÇO

- RELEVO COM CRISTAS PARALELAS
- DEPRESSÕES INTERMONTANAS
- CHAPADAS SEDIMENTARES
- TABULEIROS
  - NIVEL I
  - NIVEL II
- VALES EMBUTIDOS NOS TABULEIROS
- DIVISORES DE ÁGUA
- ANTICLINAL
- SINCLINAL
- ESCARPAS EROSIVAS
- ESCARPAS DE FALHAS
- MORRO TESTEMUHO
- DRENAGEM

um típico relevo Apalacheano, com fases do tipo Jurássico ou Invertido,onde aparece uma sucessão de cristas quartzíticas paralelas e sub-paralelas que resistindo à erosão, dão ao conjunto um relevo montanhoso e escarpado associado a um sistema de falhas, fraturas e dobramentos.

A Serra do Cabral, embora espacialmente separada da grande estrutura, geomorfologia, rede de drenagem e características fotogeomorfológicas da imagem. É constituída por dois grandes anticlinais e um sinclinal, além de outras dobras que se percebem na imagem. No eixo dos dois anticlinais afloram quartzitos altamente resistentes da série Lavras, cuja altitude se encontra refletida no formato da Serra.

2 - Depressões Intermontanas

Aparecem na imagem, com textura rugosa e tons de cinza claros em ambos os canais, embora mais claro no canal 7. Distingue-se perfeitamente como uma área dissecada, aflorando rochas subjacentes, mais antigas, que são delimitadas por nítidas escarpas erosivas no contato entre terrenos da série Minas, constituída de arenitos, argilas, conglomerados e seixos de metarenito.

Um exemplo evidente dentro dessa imagem é a depressão do Rio Itacambiruçu e seus afluentes, cuja drenagem do tipo sub-dendrítica é bastante representativa.

Essas escarpas originaram-se por processos erosivos e se constituem num divisor de águas entre a bacia do Itacambiruçu e a do Jequitinhonha.

B - Chapadas Sedimentares

Essa unidade foi identificada na imagem por apresentar uma tonalidade bastante escura no canal 5 e clara no canal 7, com textura lisa e uniforme e com baixa densidade de drenagem, sendo limitadas por escarpas bem definidas.

Corresponde, geologicamente, a arenitos datados do cretáceo, altamente porosos, que se dispõem horizontalmente dando condições para o aparecimento de superfícies estruturais tabuliformes.

Apresenta-se espacialmente descontínua e representa testemunho de superfícies mais extensas localizadas a oeste da Bacia do São Francisco.

Encontram-se recobertas por cerrado mais denso que as áreas adjacentes, o que é inferido pela tonalidade clara no canal 7, que representa a alta reflectância da vegetação na faixa do infravermelho próximo.

Topograficamente, representam superfícies que mantêm níveis altimétricos de 800 a 900 m.

C - Tabuleiros

Foram diferenciados na imagem pela tonalidade clara no canal 7 e escura no canal 5. A textura rugosa nas bordas dessa unidade se constitue num elo de ligação com níveis mais baixos de tabuleiros.

Em toda a unidade a drenagem apresenta um padrão sub-dendrítico que sugere a presença de rochas horizontais ou sub-horizontais, de resistência uniforme e com declive regional suave.

Geologicamente são constituídos de rochas do grupo Bambuí, aflorando calcáreos, ardósias e conglomerados.

Morfologicamente são representados por chapadas altamente dissecadas, com ocorrência de escarpas erosivas e forma de relevo cárstico, nas áreas de afloramentos de rochas calcáreas.

Entre a Serra do Espinhaço e as chapadas sedimentares cretácicas, essa unidade apresenta dois níveis altimétricos distintos: um a oeste do Espinhaço e leste das chapadas sedimentares, e outro encaixado entre os dois, num nível altimétrico mais baixo. Essa compartimentação é dada principalmente pela presença de escarpas em ambos os lados do Vale do Rio Guavinipã.

Um aspecto bastante evidente na imagem é que os tabuleiros

a oeste do Espinhaço são menos dissecados que os localizados a leste das chapadas sedimentares.

D - Vales embutidos nos tabuleiros

Essa unidade foi delimitada pela textura lisa e uniforme, pela localização junto aos canais principais, e pela baixa densidade de drenagem secundária.

Geologicamente correspondem a rochas da Formação Vazante que são depósitos do Quaternário, já consolidados e em fase de reelaboração. Acompanham o Vale do Rio São Francisco e de seus afluentes.

As camadas horizontais dão relevos de tabuleiros suavemente inclinados em direção à calha dos rios, que mantêm-se em altitudes médias de 500 m.

Junto ao Rio das Velhas e São Francisco o limite dessa unidade se faz através de escarpamentos relativamente abruptos.

Na margem direita do Rio Paracatu também aparecem pequenos escarpamentos,enquanto que na margem esquerda eles não aparecem.

V.2.5 - Conclusões

Com os resultados preliminares deste mapeamento geomorfológico podem ser tiradas as seguintes conclusões:

- As imagens MSS-ERTS-1 podem ser consideradas como um instrumento valioso para uma visão sinótica da compartimentação do relevo e das influências estruturais.
- Quanto à localização, extensão e limites das unidades geomorfológicas as imagens permitem que se introduzam modificações nos mapeamentos já existentes.
- As imagens oferecem possibilidades de inferência sobre processos morfoclimáticos e seu dinamismo através de análises repetitivas da mesma área.

V.3 - MAPA HIDROGRÁFICO COM A UTILIZAÇÃO DE IMAGENS ERTS

V.3.1 - Introdução

A rede hidrográfica subordina-se às condições geomorfológicas, estruturais, litológicas e climáticas de uma região. Portanto, é um elemento de grande valor na pesquisa ambiental. Um estudo minucioso da rede de drenagem pode fornecer uma série de informações importantes para a definição do quadro ecológico de uma região. É grande a importância da confecção de mapas hidrográficos como elemento auxiliar na investigação de

outros parâmetros.

O presente mapa foi confeccionado inicialmente com o objetivo de auxiliar a interpretação geomorfológica da área recoberta pela Folha de Belo Horizonte. Como exemplo de mapeamento da drenagem utilizaremos as imagens correspondentes à mesma área da exemplificação do mapeamento geomorfológico usada no trabalho anterior (Fig. V.7).

Através do mapeamento da drenagem foi possível ter-se uma idéia da compartimentação geomorfológica da área em função da densidade e dos padrões de drenagem.

Até agora foi feita apenas uma análise qualitativa da rede hidrográfica embora estejam previstos estudos quantitativos usando os índices morfométricos de Hortton e Sthraler.

V.3.2 - Organização Geral da Drenagem

Pela análise visual da rede de drenagem (Fig. V.9) podem se distinguir dois grandes conjuntos hidrográficos separados pelas Serras e Chapadas do Espinhaço.

O alinhamento do Espinhaço atua como divisor de águas, isolando a drenagem orientada para leste (Jequitinhonha e seus afluentes), da rede orientada para oeste (São Francisco e seus afluentes).

MAPA HIDROGRÁFICO DO ALTO CURSO DOS RIOS S. FRANCISCO E JEQUITINHONHA

Os rios que drenam para o São Francisco apresentam um padrão ligeiramente dendrítico e com alta densidade de rios de menor ordem. A drenagem da Bacia do Jequitinhonha já se apresenta menos densa refletindo, mesmo nos afluentes de menor ordem, um maior controle estrutural, com um padrão sub-retangular.

Correlacionando o mapa de drenagem com o mapa geológico da área podemos constatar que a drenagem é mais densa e dendritificada nas áreas de ocorrência de rochas do Grupo Bambuí. Nas áreas de ocorrência de calcáreo podem ser encontrados relevos cársticos. A circulação superficial na região cárstica elaborou igualmente canyons profundos como o formado pelo Rio das Velhas na região de Lagoa Santa.

Onde as condições climáticas não permitem o aparecimento de relevo cárstico, o calcáreo funciona como rocha impermeável dando origem a uma drenagem superficial rica.

Nas áreas de aluviões recentes da Formação Vazantes, a drenagem é menos densa, refletindo talvez um aumento da porosidade das rochas aí encontradas. Onde ocorrem os terrenos mais antigos do escudo brasileiro a drenagem aparece menos densa nas imagens. Isto entretanto não reflete totalmente a realidade. O que ocorre é que nessas regiões torna-se difícil a obtenção de detalhes de drenagem através das imagens, podendo só serem mapeados os rios de maior ordem de grandeza. Isto se deve a dois fatores: em primeiro lugar, essa região apresenta-se recoberta por floresta

ūmida, o que diminui o contraste entre os alvos e a resolução do sistema da imagem. Em segundo lugar, esta ē uma ārea em que a ramificação da drenagem ē muito grande, apresentando-se com rios pequenos e estreitos, mais difīceis portanto de serem detetados.

V.3.3 - Conclusões

Pela anālise da drenagem atravēs de Imagens ERTS-1 podemos concluir que:

- A imagem fornece informações muito aproximadas da realidade, atingindo um nīvel de detalhe muito superior ao da carta na mesma escala.
- Pela facilidade de mapeamento da drenagem as imagens ... ERTS-1 favorecem estudos de potencial hīdrico, como tambēm dos canais fluviais com o objetivo de planejamento de transporte fluvial.

V.4 - INFERÊNCIA DEMOGRĀFICA COM UTILIZAÇÃO DE IMAGENS ERTS

V.4.1 - Introdução

Entre os diferentes campos de aplicações em pesquisas com imagens ERTS-1, um de grande interesse ē a verificação das possibilidades que essas imagens oferecem às pesquisas demogrāficas.

De modo geral, observa-se que nas imagens ERTS-1 as áreas urbanizadas apresentam boa definição, o que possibilita a delimitação das mesmas com relativa precisão. Este fato evidenciou a possibilidade de se verificar a viabilidade da utilização das imagens ERTS-1 em inferência demográfica no território brasileiro.

O Brasil conta atualmente com uma população de aproximadamente 100 milhões de habitantes, com uma taxa média de crescimento populacional de 2,9% ao ano, no período de 1960-1970. Sendo o Censo Demográfico no Brasil realizado a cada 10 anos, há a necessidade do desenvolvimento de técnicas apropriadas para estimativas populacionais em períodos inter-census, como também para acompanhamento das tendências de expansão da urbanização. Evidencia-se que,cada vez mais, a população brasileira se concentra em aglomerados de mais de 10.000 habitantes de maneira considerável nos últimos 10 anos.

Devido ao intenso processo de urbanização que ocorre atualmente no Brasil, há necessidade de um acompanhamento do índice de crescimento das áreas urbanas e verificação de como ocorre espacialmente esse processo de urbanização.

O fluxo constante de dados do satélite ERTS-1 possibilita detetar a tendência da expansão urbana como também permite o acompanhamento do desenvolvimento regional e planejamento regional em termos de urbanização.

Neste trabalho, numa primeira tentativa de utilização de imagens ERTS-1 para estimativas populacionais no Brasil, será verificado o nível de correlação entre os dados das áreas urbanas calculadas nas imagens e respectivos dados de população obtidos do último Censo Demográfico Brasileiro (1970).

As imagens utilizadas neste trabalho foram selecionadas segundo a melhor definição com que apresentavam as áreas urbanas.

V.4.2 - Metodologia

Os dados utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa foram obtidos de imagens do sensor MSS do satélite ERTS-1. Foi utilizado o canal 5 (0.6-0.7 μm), pois neste canal as áreas urbanas apresentam alta reflectância quando comparadas a seus arredores. Pela densidade de radiação as cidades podem ser delimitadas com relativa precisão. Como exemplo, duas das imagens utilizadas no trabalho são mostradas nas figuras V.10 e V.11.

A escala das imagens utilizadas para cálculo das medidas de áreas urbanizadas foi de 1:500.000. As cidades foram identificadas com a utilização das cartas do Brasil ao milionésimo publicadas pelo IBG (Instituto Brasileiro de Geografia).

O cálculo das áreas das cidades nas imagens ERTS-1 foi feito através de um planímetro com 5 medidas para cada uma delas, sendo compu

Fig. V.10 - Imagem ERTS E-1372-12333 - canal 5.

Fig. V.11 - Imagem ERTS E-1048-12330 - canal 5.

tada a média aritimética das mesmas.

Os dados de área foram correlacionados com dados oficiais estatísticos de população do Censo Demográfico Brasileiro de 1970.

Como primeiro passo para tratamento dos dados foi calculado o coeficiente de correlação entre as duas variáveis: área e população. Posteriormente foi aplicado o método estatístico de regressão linear simples, para estimar a população correspondente a uma determinada área urbana. O próximo passo foi a aplicação do Teste de Student com probabilidade de 90%.

Os intervalos foram estabelecidos dos dados obtidos pelo método de regressão linear simples, resultando para cada intervalo de área um intervalo probabilístico de população.

V.4.3 - Discussão dos Resultados

Os resultados que aqui serão apresentados são considerados ainda preliminares, pois esta presquisa ainda está em sua fase inicial. Das imagens ERTS-1 selecionadas para análise foram identificadas 280 cidades (Fig. V.12) das quais se segue uma listagem com a localização por Estado, dados de área obtidos nas imagens e totais populacionais obtidos do último Censo Demográfico Brasileiro (1970). As 280 cidades brasileiras identificadas variaram entre 0,5 km^2 a 45,20 km^2 e totais de população de

Fig. V.12 - Mapa do Brasil com a localização das cidades estudadas.

LISTA DAS 280 CIDADES BRASILEIRAS JÁ ESTUDADAS

NOME	ESTADO	ÁREA (KM^2)	POPULAÇÃO
ABADIANIA	GO	1.60	985
ADAMANTINA	SP	4.10	21990
AGRICOLANDIA	PE	.50	1302
AGUA BRANCA	PI	2.80	5589
AGUA LIMPA	GO	2.40	672
AGUAI	SP	2.40	9508
AGUAS DE LINDOIA	SP	5.00	5363
AGUDOS	SP	4.80	11901
ALEXANIA	GO	4.80	2627
ALFENAS	MG	5.00	20806
ALTEROSA	MG	5.20	2856
ALTINOPOLIS	SP	10.40	5328
ALVORADA DO SUL	PR	1.00	3036
AMARANTES	PI	4.50	4819
AMERICANA	SP	18.00	62387
ANDRADAS	MG	2.60	7477
ANDRADINA	SP	9.00	43465
ANHANGUERA	GO	.50	983
APARECIDA	SP	8.00	23136
APUCARANA	PR	7.20	41800
ARAÇATUBA	SP	35.00	85360
ARAGOIANIA	GO	3.20	941
ARAGUARI	MG	34.40	48702
ARAPONGAS	PR	7.50	36628
ARARAS	SP	10.00	40985
ARARUAMA	RJ	1.20	8891
ARAUJOS	MG	2.00	2505
ARCOS	MG	4.80	9679
ARIZONA	GO	6.00	2766
ASSIS	SP	23.80	45531
AVANHANDAVA	SP	2.00	3733
AVARE	SP	5.60	29879
BACABAL	MA	8.20	29251
BAGE	RS	15.80	57036
BANDEIRANTES	MT	2.50	2522
BARRA MANSA	RJ	4.00	75006
BARRO DURO	PI	2.20	1875
BARROSO	MG	4.00	9903
BELA VISTA DO PARAISO	PR	1.40	7295
BETIM	MG	17.60	17571
BILAC	SP	4.00	2535
BIRIGUI	SP	9.50	27150
BLUMENAU	SC	6.00	85492
BOA ESPERANCA	MG	6.60	12093
BOITUVA	SP	2.00	5666
BOM DESPACHO	MG	8.20	18783
BOM JESUS DA PENHA	MG	1.40	638
BOM SUCESSO	MG	2.60	7846
BOTUCATU	SP	15.60	42252

NOME	ESTADO	ÁREA (KM^2)	POPULAÇÃO
BRAGANCA PAULISTA	SP	12.00	39573
BRUSQUE	SC	3.50	32027
BURITIZA	SP	2.50	5646
CACAPAVA DO SUL	RS	3.60	9528
CACHOEIRA DE MINAS	MG	1.80	1869
CACHOEIRA DO SUL	RS	5.50	52200
CACHUCHA	MA	2.00	1500
CAETE	MG	6.20	18524
CALDAS NOVAS	GO	3.70	2636
CAMPE	PR	3.20	13382
CAMPORIU	SC	6.50	2079
CAMPUNUIRA	MG	2.20	6688
CAMPO ALEGRE DE GOIAS	GO	1.60	578
CAMPO BELO	MG	11.00	20174
CAMPO DO MEIO	MG	2.60	3870
CAMPOS ALTOS	MG	8.20	5803
CAMPOS GERAIS	MG	5.00	6316
CANDIDO MOTA	SP	1.40	8837
CARAGUATATUBA	SP	4.30	10755
CARAVELAS	BA	5.40	3650
CARMO DA MATA	MG	2.80	4672
CARMO DO CAJURU	MG	3.80	3888
CARMO DO PARNAIBA	MG	5.80	10243
CASA BRANCA	SP	4.60	11660
CASTELO DO PIAUI	PI	2.60	4500
CATALAO	GO	24.20	15223
CATANHEDE	MA	1.20	1788
CENTENARIO DO SUL	PR	1.00	5814
CERQUEIRA CEZAR	SP	6.40	5000
CERQUILHO	SP	3.20	3978
CIANORTE	PR	4.80	22957
CONCEICAO DAS ALAGOAS	MG	4.40	5239
CONCEICAO DOS OUROS	MG	3.60	2023
CONCHAS	SP	1.00	4469
CORNELIO PROCOPIO	PR	8.00	25021
CORUMBAIBA	GO	4.40	2412
CRISTAIS	MG	2.80	2681
CRISTALINA	GO	7.60	5638
CROMINIA	GO	2.80	1598
CUBATAO	SP	12.00	37255
CUMARI	GO	2.60	2348
DIVINOPOLIS	MG	17.80	68872
DORES DO INDAIA	MG	1.90	12511
DRACENA	SP	20.00	23907
EDEIA	GO	3.20	2637
ELOI MENDES	MG	4.40	6789
ENCRUZILHADA DO SUL	RS	1.10	6706
ESPERANTINOPOLIS	MA	1.00	2276
FLORESTAL	MG	4.20	1685
FLORINEA	SP	3.30	1612

NOME	ESTADO	ÁREA (KM^2)	POPULAÇÃO
FORMIGA	MG	10.00	28719
FORMOSA	GO	6.80	12255
FRANCA	SP	36.60	86852
GARUVA	SC	4.00	1407
GOIANDIRA	GO	8.40	3517
GUAPO	GO	11.60	3579
GUARAMIRIM	SC	7.60	2289
GUARATINGA	BA	3.00	3120
GUARATINGUETA	SP	7.80	55069
GUARIROBA	GO	11.00	24392
GUAXUPE	MG	5.00	17319
HELIODORA	MG	2.60	1941
IBIPORA	PR	3.10	12991
IBIRACI	MG	1.20	2200
IGARATINGA	MG	3.20	1280
INDAIATUBA	SP	4.00	22359
IPAMERI	GO	24.80	11572
IPIXUNA	MG	1.80	2104
ITABIRA	MG	16.00	40143
ITABIRITO	MG	3.00	17869
ITAGUARA	MG	2.40	3258
ITAJAI	SC	11.00	54134
ITAMARAJU	BA	2.80	10689
ITAPECIRICA	MG	4.80	8757
ITAQUAQUECETUBA	SP	1.60	22094
ITATIBA	SP	3.00	20765
ITAUNA	MG	7.40	32731
ITIRAPINA	SP	3.60	4376
ITU	SP	13.00	35907
ITUIUTABA	MG	10.40	86780
ITUMBIARA	GO	5.60	29917
JACAREI	SP	9.10	88688
JALES	SP	5.40	21468
JANDAIA DO SUL	PR	1.60	1934
JAU	SP	6.40	80299
JOAO MONLEVADE	BA	16.80	38689
JOAO PINHEIRO	MG	3.80	8654
JOINVILLE	SC	38.00	77760
JUNDIAI	SP	41.00	145785
JUNQUEIROPOLIS	SP	7.30	8723
LAGOA FORMOSA	MG	4.20	3871
LARANJAL PAULISTA	SP	2.40	7599
LAVRAS	MG	16.20	35889
LAVRAS DO SUL	RS	1.20	3910
LEANDRO FERREIRA	MG	2.00	1038
LEOPOLDO DE BULHOES	GO	2.20	2119
LIMEIRA	SP	24.00	77243
LONDRINA	PR	24.00	156670
LORENA	SP	2.20	39665
LUCELIA	SP	6.20	1110

NOME	ESTADO	ÁREA (KM^2)	POPULAÇÃO
LUZ	MG	5.60	7041
LUZTANIA	GO	5.60	9132
MAIRINQUE	SP	2.00	5723
MAIRIPOTABA	GO	2.80	790
MANDAGUARI	PR	2.40	11452
MARGAZAO	GO	2.00	684
MARTALVA	PR	2.60	6912
MARILIA	SP	26.24	73165
MARINGA	PR	15.00	51620
MARTINHO CAMPOS	MG	4.20	3478
MARTINOPOLIS	SP	3.00	8897
MATEUS LEME	MG	3.40	2851
MATOES	MA	.50	1020
MEDEIROS NETO	MG	2.80	809
MIRADOR	MA	1.70	973
MIRANDOPOLIS	SP	4.40	11033
MOCOCA	SP	6.80	21082
MOEMA	MG	1.60	2450
MOGI DAS CRUZES	SP	26.00	90330
MONCAO	MA	2.00	1965
MONTANHA	ES	2.60	9461
MORRINHOS	GO	5.10	14100
MUCURICI	ES	1.80	1337
NANUQUE	MG	5.20	30714
NEPOMUCENO	MG	3.40	6396
NOVA ODESSA	SP	3.80	6260
NOVA SERRANA	MG	1.00	2507
NOVA VENEZIA	ES	2.40	9417
NUCLEO BANDEIRANTES	GO	8.00	11133
OLIVEIRA	MG	8.80	18557
OURO FINO	MG	3.40	9122
OUVIDOR	GO	2.00	705
PACAEMBU	SP	3.70	5935
PALMEIRAS DE GOIAS	GO	3.20	5807
PAPAGAIOS	MG	5.60	3121
PARA DE MINAS	MG	5.40	24071
PARACATU	MG	18.20	17453
PARAGUACU	MG	12.20	7114
PARAGUAÇU PAULISTA	SP	6.00	13318
PARATINHA	SP	3.80	4981
PARAUAGUA	PR	16.00	51510
PARQUE GAMA	GO	18.50	71556
PASSA TEMPO	MG	1.40	3251
PASSOS	MG	13.80	39184
PEDREIRAS	MA	6.00	19539
PEDRO LEOPOLDO	MG	6.20	11858
PENAPOLIS	SP	13.50	24597
PERDIGAO	MG	1.00	1995
PIAUÍ	MG	2.80	11940
PINDAMONHANGABA	SP	1.70	28213

NOME	ESTADO	ÁREA (KM^2)	POPULAÇÃO
PINHAL	SP	4,00	18172
PINHEIROS	ES	1,60	8336
PIRACEMA	MG	1,00	1463
PIRACICABA	SP	18,40	125420
PIRAPEMAS	MA	1,20	2060
PIRES DO RIO	GO	11,30	13362
PITANGUI	MG	3,40	8487
PLANALTINA	GO	5,00	18484
PLATINA	SP	5,00	667
POÇAO DE PEDRAS	MA	1,40	3725
POÇOS DE CALDAS	MG	12,00	51884
POMPEU	MG	5,20	7901
PONTE NOVA	BA	5,00	28665
PORECATU	PR	3,60	7261
PRADOS	MG	6,80	3005
PRESIDENTE PRUDENTE	SP	25,00	91188
PROMISSAO	SP	14,00	15262
RESENDE	RJ	10,00	25517
RIBEIRAO DAS NEVES	MG	3,60	3808
RIBEIRAO DO PINHAL	PR	3,00	5369
RIO BONITO	RJ	4,40	16724
RIO CLARO	SP	20,00	69240
RIO DAS PEDRAS	SP	1,60	5021
RIOLANDIA	PR	4,60	19302
RUBINEIA	SP	6,80	1819
SALTO	SP	13,00	19060
SANTA BARBARA	SP	5,20	22358
SANTA BARBARA	GO	1,40	922
SANTA CRUZ DE GOIAS	GO	2,60	559
SANTA INES	MA	4,40	10805
SANTA ISABEL	SP	3,30	9231
SANTA LUZIA	MG	7,20	13080
SANTA MARIA	RS	35,00	120667
SANTA RITA DO SAPUCAI	MG	3,20	11605
SANTA TEREZINHA DE GOIAS	GO	3,40	1262
SAO BENTO DO SUL	SC	5,20	9805
SAO BERNARDO	MA	3,00	1331
SAO FRANCISCO DO SUL	SC	2,80	12868
SAO GABRIEL DA PALHA	ES	1,10	6572
SAO GONCALO DO SAPUCAI	MG	3,80	10186
SAO GOTARDO	MG	2,20	7515
SAO JERONIMO DA SERRA	PR	2,00	1200
SAO JOAO DA BOA VISTA	SP	23,00	33051
SAO JOSE DO RIO PARDO	SP	2,80	16425
SAO JOSE DOS CAMPOS	SP	33,90	130118
SAO JOSE DOS PINHAIS	PR	5,20	21184
SAO LOURENCO	MG	2,60	18120
SAO PEDRO DA ALDEIA	RJ	1,80	5269
SAO PEDRO DO PIAUI	PI	2,80	2287
SAO ROQUE	SP	3,80	16074

NOME	ESTADO	ÁREA (KM^2)	POPULAÇÃO
SAO SEPE	RS	2,10	7602
SAO TOME DAS LETRAS	MG	1,60	630
SERRANIA	MG	4,80	2383
SIDROLANDIA	MT	2,40	2920
SOBRADINHO	GO	10,00	38988
SOROCABA	SP	40,00	165290
SUMARE	SP	1,60	11731
TAGUATINGA	GO	15,00	106320
TAPIRATIBA	SP	4,80	2338
TATUI	SP	5,20	30805
TAUBATE	SP	12,80	98033
TEIXEIRAS	MG	3,00	2876
TERESINA	PI	31,80	185000
TERRA ROXA	PR	3,00	5906
TIETE	SP	4,00	10602
TIMON	MA	7,60	16338
TRES CORACOES	MG	6,00	25707
TRES PONTAS	MG	4,20	14289
TRES RANCHOS	GO	4,40	1073
TUPA	SP	7,80	34753
TURACIGUARA	MG	6,40	12409
UBATUBA	SP	7,00	8824
UBERABA	MG	45,20	108576
UBIRITAL	GO	6,40	1575
VARGINHA	MG	7,50	36047
VERISSIMO	MG	8,80	843
VESPASIANO	MG	4,20	5287
VICOSA	MG	4,60	15552
VINHEDO	SP	4,80	7417
VOLTA REDONDA	RJ	22,00	120605
VOTUPORANGA	SP	11,60	29128

559 a 185.000 habitantes.

Com a aplicação do coeficiente de correlação às variáveis área e população, o índice obtido foi de 0,80 o que indica uma correlação relativamente alta entre as duas variáveis.

O Diagrama de Dispersão (Fig. V.13) mostra uma dependência linear entre área e população. A dispersão de linearidade,observada para alguns pontos nesta figura,provavelmente indica uma peculiar expansão espacial destas cidades em relação à sua respectiva população, é específica devendo ser estudado com a utilização de outros parâmetros como: localização regional, características topográficas, características funcionais e econômicas da cidade, etc.

Posteriormente,com a aplicação do método estatístico de regressão linear simples,foi possível a classificação dos dados de área e população em intervalos resultando para cada intervalo de área uma distribuição probabilística de população. Foram obtidas 21 classes como mostra a Tabela V.1.

Estas classes foram estabelecidas para, a partir de uma área urbana dada, inferir-se a população.

Os resultados obtidos para as cidades menos populosas são bastante diferentes do que para as cidades mais populosas. Para cidades

Fig. V.13 - Diagrama de Dispersão.

Fig. V.14 - As barras verticais representam a probabilidade de 90% dos intervalos de população para uma classe dada (área).

menos populosas as relações entre a área e sua respectiva população foi quase linear. Entretanto, essa linearidade não existe para as mais populosas. A Tabela V.1 mostra os intervalos de área usados neste trabalho. Os dados de população e a classificação correspondente são também mostrados na Tabela V.1 e na Figura V.14.

Esses resultados,embora relativamente bons para estimativas populacionais, podem ser consideravelmente melhorados se a amostragem for aumentada. Há necessidade de coleta de dados de maior número de cidades e também da consideração de outros parâmetros que influenciam na expansão geográfica das cidades. Parâmetros tais como localização regional, tipo de relevo, características econômicas e funcionais deveriam ser computadas e analisadas para obtenção de resultados mais precisos em inferência demográfica.

Baseados nesses resultados preliminares concluimos que as imagens ERTS-1 realmente oferecem grande potencialidade em estudos demográficos e acompanhamento da expansão das áreas urbanas. Entretanto, especificamente para inferência demográfica,são necessários resultados mais precisos que poderiam ser obtidos numa fase posterior desta pesquisa.

V.5 - BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, AZIZ NACIB, *"O Relevo Brasileiro e seus Problemas"*,Brasil: A Terra e o Homem - Vol. I, Cia. Editora Nacional, 1964.

ALMEIDA, FERNANDO F.M., *"Os Fundamentos Geológicos"*, Brasil: A Terra e o Homem - Vol. I, Cia. Editora Nacional, 1964.

COELHO, ARNALDO GUIDO DE SOUZA, *"Ecologia e Potencial de Estudos com Base nas Modernas Técnicas do Sensoriamento Remoto"*, I.G., 1973.

DOMINGUES, ALFREDO JOSÉ PORTO, *"Relevo, Paisagens do Brasil"* - Fundação IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia, Rio de Janeiro, 1973.

EYRE, L.A., B. ADOLPHUS and M. AMIEL, Photogrammetric Engineering, 5, 460, 1970.

HOWARD, A. D., *"Photogeologic Interpretations of Structure in the Amazon Basin: A Test Study"*, Geol. Soc. American Bull., 1965, V.76, pp.395-406.

HSU-SHIN-YI, Photogrammetric Engineering, 5, 449, 1971.

LOWMAN, D. PAWL, *"Multispectral Scanner Imagery of the Sierra Nevada;Geologic Analysis"*, Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium Proceedings, September 29, 1972, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland,NASA.

LYON, R.J.P., *"Exploration Application of Remote Sensing Technology (Image forming systems)"*, Mining Cong. Jour 1972, V.58, Nº 6, pp. 20-26.

MOREIRA, AMÉLIA ALBA NOGUEIRA, *"Relevo, Grande Região Leste"*, Volume V,IBGE, Conselho Nacional de Geografia, 1965.

PENTEADO, M.M. e RANZANI, G., *"Relatório de Viagem ao Médio Vale do São Francisco"*, I.G., 1973.

WAY, J.R., Third Annual Earth Resources Program Review, Vol. I, Geology and Geography, 2, 1, 1970.

YAMANE, T., *"In Statistics, An Introductory Analysis"*, A. Harper International Edition, N.York, 368, 1964.