

APLICAÇÕES DA CARTOGRAFIA TEMÁTICA  
EM SENSORIAMENTO REMOTO

Flávio Gewandsznajder  
Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE  
Av. Dr. João Guilhermino, 429-11º and. - 12245-São José dos Campos, SP

RESUMO

A interpretação de dados provenientes de imagens de satélites voltados para a pesquisa de recursos terrestres somada à realização de um número cada vez maior de projetos de aplicação em sensoriamento remoto vem exigindo uma constante adaptação na forma, qualidade e velocidade de apresentação dos produtos finais gerados (mapas temáticos), no intuito de satisfazer a crescente necessidade de informações sobre a superfície terrestre. A partir deste contexto, este trabalho tem por objetivo mostrar alguns dos serviços de cartografia até aqui realizados pela FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - dentro de um total de 546 mapas de vários tipos, temas e formas, em escalas pequenas (1:1.000.000 a 1:250.000) e médias (1:100.000 e 1:50.000), em 11 diferentes projetos (nacionais e internacionais), produzidos nos últimos anos com base em dados e informações extraídos das imagens TM e MSS do satélite LANDSAT. Neste sentido, a Cartografia Temática vem procurando dar sua contribuição, estudando como representar graficamente - de modo claro, prático e objetivo - as mais variadas classes temáticas, visando sempre harmonizar técnicas apropriadas, prazos curtos e baixos custos de produção.

ABSTRACT

The analysis of data proceeding from satellite images about earth resources research, added to the accomplishment of a larger number of application projects in remote sensing requests a constant adaptation in shape, quality and speed of final products presentation (thematic maps), in order to satisfy the crescent need of information about earth surface. This work intends to show some cartographic tasks achieved by FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - 546 maps of several kinds, topics and shapes, in small scales (from 1:1.000.000 to 1:250.000) and medium ones (1:100.000 and 1:50.000), summing up 11 different projects (national and international), produced during the last years based on data and information obtained from TM and MSS images of LANDSAT. Thus, the Thematic Cartography has been trying to give its contribution, studying how to represent graphically - in a clear, practical and objective way - the most variable thematic classes, to conciliate appropriate techniques, short terms and low costs of production.

I - INTRODUÇÃO

A Cartografia Temática, historicamente, possui referências datadas do século II A.C. com Hiparco (Silva, 1987), e desde então, seu desenvolvimento veio evoluindo lentamente através dos tempos, até que o advento da fotografia aérea, no início deste século, começou a revolucionar as técnicas convencionais de mapeamento. A 2ª Grande Guerra intensificou sobremaneira o emprego da aerofotogrametria para fins temáticos e especiais, sendo que até hoje suas aplicações são amplamente utilizadas, tanto para objetivos militares quanto civis.

Nas últimas 3 décadas, surge e se desenvolve o Sensoriamento Remoto Orbital, a partir de programas espaciais americanos envolvendo satélites meteorológicos (TIROS-1), tripulados (cápsulas MERCURY, GEMINI e APOLLO), e posteriormente a série LANDSAT de satélites voltados para a pesquisa de recursos terrestres através dos sistemas sensores MSS (Multispectral Scanner Subsystem), RBV (Return Beam Vidicon) e TM (Thematic Mapper) (Crepani, 1982), bem como experimentos espaciais de menor duração (SEASAT, SKYLAB, etc.). Atualmente também se encontra em órbita o satélite francês SPOT, imageando a superfície

cie terrestre com seus dois sensores HRV (High Resolution Visible), além de existirem projetos para o lançamento de novos satélites (RADARSAT, ERS-1, etc.), reafirmando o êxito e garantindo a continuidade dos programas de Sensoriamento Remoto Orbital.

Entre as principais vantagens que os produtos gerados pelo Sensoriamento Remoto Orbital oferecem, podemos destacar:

- a) Visão sinótica da região em estudo;
- b) Características multiespectrais e/ou pancromáticas;
- c) Repetitividade na obtenção de imagens;
- d) Rapidez e baixo custo na aquisição dos produtos;
- e) Disponibilidade de dados em formatos digitais ou analógicos.

De modo geral, é através da Cartografia que o Sensoriamento Remoto expressa seus trabalhos (Albuquerque, 1981), porém convém ressaltar dois aspectos importantes:

1) Sendo uma de suas áreas de aplicação, a Cartografia Topográfica enquanto "atividade fim" utiliza o Sensoriamento Remoto como "atividade meio" para alcançar alguns de seus objetivos, valorizando o posicionamento absoluto dos principais acidentes geográficos;

2) A Cartografia Temática pode ser encarada como uma atividade de apoio (meio) para outras áreas de aplicação (Geologia, Uso da Terra, Análise Ambiental, etc.), enfatizando o posicionamento relativo dos dados a mapear e referenciando-os aos principais acidentes geográficos. Estes dados são muitas vezes extraídos de produtos gerados por sensores remotos.

Este trabalho tem por objetivo apresentar a metodologia básica desenvolvida em 11 (onze) projetos de aplicação prática em Sensoriamento Remoto Orbital, executados pela equipe técnica da FUNCATE no âmbito da Cartografia Temática, comprovando o êxito das possibilidades de utilização de imagens de satélites em larga escala.

Estes projetos resultaram em um total de 546 mapas temáticos nas escalas de 1:1.000.000, 1:250.000, 1:100.000 e 1:50.000 produzidos com base em dados e informações extraídos de imagens analógicas e digitais dos sensores TM e MSS do satélite LANDSAT, representados em material dimensionalmente estável através de recursos de desenho e/ou fotográficos. Os temas abordados foram relacionados à agricultura, análise ambiental, recursos hídricos, vegetação e florestas.

## 2 - RECURSOS MATERIAIS UTILIZADOS

Para o desenvolvimento dos projetos, foram necessários basicamente os seguintes recursos materiais:

### 2.1 - DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS

#### 2.1.1 - Imagens Orbitais

As imagens orbitais processadas pelo INPE constituíram-se nos elementos primordiais para a realização dos trabalhos devido às suas características espaciais, espectrais e temporais. Foram utilizadas imagens MSS e TM dos satélites da série LANDSAT nas formas analógica (papel fotográfico e transparência positiva) e digital (fita CCT), em escalas diversas (1:1.000.000, 1:500.000, 1:250.000 e 1:100.000). As bandas utilizadas com maior frequência foram, para o sensor MSS, a 5 e a 7; e para o sensor TM, a 3 e a 4. Neste último também se utilizaram as bandas 2 e a 5. A seleção das datas de passagem do satélite variaram de acordo com critérios distintos, tais como:

- cobertura de nuvens - fator limitante pesquisado através de consulta a listagem específica ou às imagens "quick look" correspondentes;

- sazonalidade - útil para trabalhos de identificação de áreas agrícolas e indispensável ao levantamento de áreas inundadas;

- temporalidade - próprio para o estudo de evolução do uso da terra.

Convém lembrar que a resolução das imagens MSS é de 80 metros, enquanto a do sensor TM é 30 metros.

#### 2.1.2 - Cartas Topográficas e ao Milionésimo

As bases cartográficas utilizadas para a confecção dos mapas temáticos foram, em sua maioria, extraídas de cartas topográficas publicadas pelo IBGE, DSG ou SUDENE nas escalas de 1:250.000, 1:100.000 e 1:50.000. Foram também utilizadas as folhas da Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo (IBGE), Cartas Imagem de Radar Preliminar e Completa (DSG/1:250.000), Cartas Imagem de Satélite (INPE-DSG/1:250.000), Cartas Planimétricas (Projeto RADAMBRASIL/1:250.000), mapas estaduais em escalas variadas e, no caso de projetos internacionais, cartas topográficas nas escalas 1:100.000 e 1:250.000 publicadas ou desenhadas pelos órgãos responsáveis pela Cartografia destes países.

#### 2.1.3 - Fotografias Aéreas

Utilizaram-se fotografias aéreas pancromáticas em escalas variáveis entre 1:10.000 e 1:30.000, tomadas por uma câmera WILD RC 10 instalada a bordo de uma aeronave Bandeirante, de propriedade do INPE. Também foram tomadas fotos aéreas oblíquas (panorâmicas) a

partir de câmara não-métrica Reflex 35 mm YASHICA FXD. Estas fotografias foram produzidas especialmente para sanar dúvidas provenientes da interpretação das imagens orbitais.

#### 2.1.4 - Cartas Temáticas

Foi consultado o material cartográfico temático disponível sobre as regiões estudadas, tais como:

- Mapas Políticos
- Mapas de Aptidão Agrícola
- Mapas Pedológicos
- Mapas de Uso da Terra
- Mapas de Vegetação
- Mapas Geomorfológicos
- Mapas Rodoviários
- Mapas Hidrográficos
- Diversos

Estes mapas, na sua grande maioria, foram publicados ou preparados pelo Projeto RADAMBRASIL, EMBRAPA, IBGE ou órgãos estaduais.

Além dos recursos materiais citados foram também utilizados outros dados temáticos qualitativos e quantitativos, tais como mosaicos, fotoíndices, fotografias, relatórios, bibliografias de referência, enfim, qualquer informação temática disponível a respeito das áreas em estudo.

### 2.2 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

#### 2.2.1 - Kartoflex

Aparelho fotogramétrico fabricado pela Carl Zeiss Jena composto por uma mesa, dois porta-placas, um sistema ótico para observação de pares estereoscópicos e um sistema elétrico acoplado a um cursor e a uma máquina programável que permite calcular perímetros e áreas, entre outros. O sistema ótico amplia o fotograma situado no porta-placas de 2,4 a 12 vezes, enquanto o material colocado na mesa pode ser ampliado entre 0,8 até 4 vezes. Tal característica permitiu transposições de escala de forma rápida e precisa, entre interpretações de imagens e bases cartográficas.

#### 2.2.2 - Image - 100 (I-100)

Equipamento próprio para tratamento e análise de imagens digitais fabricado pela General Electric e utilizado para classificação automática de temas, a partir de fitas CCT.

#### 2.2.3 - Procom-2

Aparelho projetor fabricado pela Gregory Geoscience Limited (Canadá) e constituído de uma mesa, um porta-placas, um sistema ótico de projeção e reflexão com objetivas cambiáveis e um sistema elétrico para iluminação e ventilação. Este aparelho amplia transparências até 73 vezes, o que permite

transposições de escala entre imagens coloridas e cartas topográficas.

#### 2.2.4 - Equipamentos Fotográficos

Estes equipamentos foram utilizados para a geração de mapas temáticos em filme litográfico e estão situados no Laboratório de Processamento Fotográfico do INPE em Cachoeira Paulista - SP. São eles:

- Prensa de contato a vácuo ELLENCO
- Máquina de reprodução fotográfica a vácuo ELLENCO
- Ampliador Fotográfico DURST-184
- Tanques para Revelação e Lavagem
- Estufas
- Perfuradoras de marcas de registro
- Mesas de retoque fotográfico
- Materiais fotográficos e de apoio

#### 2.2.5 - Mesa Digitalizadora HP

Foi utilizada para o cálculo de áreas, acoplada a um microcomputador EGO com capacidade de memória de 250 Kbytes.

#### 2.2.6 - Equipamentos de Escritório

Os equipamentos mais utilizados foram mesas de luz para interpretação visual de imagens e retoque fotográfico, estereoscópio de espelhos, lupas e régua de precisão, e uma copiadora heliográfica.

OBS: Todos os equipamentos acima mencionados pertencem ao INPE, com exceção do item 2.2.6.

### 3 - METODOLOGIA

Este capítulo descreve, em síntese, as principais atividades realizadas nos 11 diferentes projetos visando a elaboração de mapas temáticos a partir das imagens do satélite LANDSAT.

#### 3.1 - PLANEJAMENTO

Esta atividade foi, talvez, a mais importante em todos os projetos. Ela respondeu pela definição dos objetivos específicos do trabalho, isto é, escolha da escala apropriada, estabelecimento de uma legenda temática, seleção de meios de aquisição e tratamento de dados, além da forma de apresentação final dos resultados.

#### 3.2 - AQUISIÇÃO DE DADOS

Foram selecionadas e adquiridas as imagens LANDSAT e as cartas topográficas (ou ao milionésimo) necessárias ao recobrimento da região a ser estudada. Paralelamente obteve-se dados auxiliares tais como documentos e informações temáticas.

#### 3.3 - IMAGEM LANDSAT X BASE CARTOGRÁFICA

Nos trabalhos desenvolvidos pela

FUNCATE, utilizaram-se cartas topográficas ou ao milionésimo como unidade padrão de mapeamento devido à maior exatidão geodésica no posicionamento das coordenadas de canto de folha.

Uma vez de posse das imagens, é necessário ajustar o posicionamento da carta topográfica sobre a imagem. No caso de imagens em papel fotográfico, isto foi realizado através da confecção de um "overlay" contendo elementos planimétricos básicos da carta (hidrografia, rede viária, áreas urbanas, coordenadas de canto de folha), para então sobrepor-se à área homóloga na imagem. Como esta apresenta problemas de distorções geométricas de diversas origens, este ajuste é feito por setores controlados por pontos e feições identificáveis tanto na imagem quanto na carta, procurando-se distribuir homogeneamente os erros causados por estas distorções.

No único projeto desenvolvido com imagens digitais (fitas CCT), utilizou-se "slides" das imagens contidas na tela do Sistema Analisador de Imagens I-100 que, uma vez projetados pelo PROCOM-2 sobre as bases cartográficas correspondentes, permitiram, da mesma forma que o procedimento anterior, ajustamentos visuais por setor de imagem.

Este procedimento foi adotado tendo em vista a operacionalidade do método, uma vez que o erro de posicionamento de um ponto em uma imagem TM atinge valores superiores a 1.000m, conforme resultados apresentados por D'Alge (1987), e até 2.000m no caso de imagens MSS (Albuquerque, 1983), além do erro causado pela definição de meridianos e paralelos como retas traçadas sobre a imagem ligando as marcas de referência geodésica (TICK MARKS) situadas nas bordas da imagem.

Já em relação ao erro interno das imagens, segundo avaliações feitas por Machado e Silva (1983) e Machado e Silva e D'Alge (1986), são alcançados valores de 120 m e 60m para imagens analógicas MSS "bulk" e "precision", respectivamente, e 54m (G=2), 50m (G=3) e 47m (G=4) para imagens analógicas TM, conforme o nível de correção geométrica (G) empregado, permitindo sua utilização como bases planimétricas para mapas temáticos em escalas 1:250.000 ou menores, no caso de imagens MSS, e escalas 1:100.000 ou menores para as imagens TM.

As imagens LANDSAT são boas aproximações de mapas geodésicos, portanto suas transferências para mapas já existentes não produzem problemas sérios e podem ser feitas visualmente (FAO, 1980), conforme citado em FUNCATE (1987).

### 3.4 - INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS

A interpretação consiste em extrair os temas da imagem através da análise de suas características espaciais espectrais e/ou temporais, baseado em um prévio conhecimento da região pela consulta a dados auxiliares citados no item 3.2, e pode ser executada de 3 formas distintas: visual, automática ou mista. Nove projetos utilizaram a interpretação visual, enquanto apenas um a interpretação mista (automática + visual), através do Sistema Analisador de Imagens I-100.

### 3.5 - VERIFICAÇÃO DE CAMPO E REINTERPRETAÇÃO

Fundamental à precisão temática de um mapeamento, a verificação de campo se fez necessária sobretudo pela existência de dúvidas provenientes da interpretação das imagens. Foram colhidas fotografias "in loco", aéreas ou não, dos principais padrões espectrais referentes aos pontos de dúvida, para então reinterpretar-se a imagem, completando e/ou corrigindo as classificações temáticas originais.

### 3.6 - MUDANÇA DE ESCALA

Atividade necessária principalmente quando as escalas de imagens, de bases cartográficas e de produtos finais (mapas temáticos) não são as mesmas. Quatro projetos utilizaram meios óticos (KARTOFLEX, PROCOM-2) para ampliações de escala entre 2 e 10 vezes, enquanto dois outros utilizaram-se de meios fotográficos (máquina de reprodução fotográfica a vácuo ELLENCO, ampliador fotográfico DURST-184) para ampliações de 0,25 a aproximadamente 3 vezes.

### 3.7 - AVALIAÇÃO DE ÁREA

Devido às características dos temas abordados, a quantificação de áreas mapeadas torna-se relevante. Para tal, utilizaram-se meios digitais (mesa digitalizadora HP, I-100), óticos (KARTOFLEX) ou visuais (processo de contagem de pontos através de malha quadriculada), em 6 diferentes projetos.

### 3.8 - APRESENTAÇÃO DOS MAPAS

Os 546 mapas temáticos produzidos nos 11 diferentes projetos (ver tabela 1) se diversificaram quanto à escala, formato e material de apresentação, conforme os objetivos específicos de cada mapeamento.

Escala - os mapas foram apresentados em escalas pequenas e médias (1:1.000.000 a 1:50.000), sendo que esta última não é recomendada para trabalhos que utilizem o sensor TM e exijam gran

de precisão.

Formato - os mapas foram produzidos, sempre que possível de acordo com as normas adotadas pela Cartografia Sistemática Nacional para a Subdivisão da Carta do Mundo ao Milionésimo, isto é:

1:1.000.000 - 6° x 4°  
 1: 250.000 - 1° x 1° 30'  
 1: 100.000 - 30'x 30'  
 1: 50.000 - 15'x 15'

ESCALAS PROJETOS	1:50.000	1:100.000	1:250.000	1:1.000.000	TOTAL
CANASATE	-	-	60	-	60
CANASATE-SP	-	-	-	2	2
URUBUAY	-	67	-	1	68
CORRIENTES	-	-	22	-	22
CODEAMA	-	7	-	-	7
INCRA I	68	-	-	-	68
INCRA II	125	74	-	-	199
PETROBRÁS I	-	-	8	-	8
PETROBRÁS II	-	8	-	-	8
PROM	-	-	-	26	26
RESEPE	-	58	-	-	58
TOTAL	193	234	90	29	546

Tabela 1  
 Distribuição dos mapas temáticos por projeto e por escala.

Este procedimento visa principalmente facilitar sua utilização em conjunto com outras fontes de dados.

Material - para apresentações em preto e branco foram utilizados os seguintes materiais:

- Filme litográfico - excelente estabilidade dimensional; emulsão fotográfica ortocromática permitindo a obtenção de cópias por contato ou projeção e simbologias específicas impressionadas pela aplicação de tramas;
- Papel fotográfico P&B - boa estabilidade dimensional (peso duplo); não muito utilizado pois não permite ser reproduzido diretamente;
- Filme polyester heliográfico - boa estabilidade dimensional, emulsão heliográfica permitindo a obtenção rápida de cópias em processadoras cilíndricas; possui dupla superfície mate de desenho;
- Filme polyester para desenho - ótima estabilidade dimensional; possui dupla superfície mate própria para desenho.

Para apresentações a cores, foram estas as opções utilizadas:

- Papel fotográfico colorido - pode ser obtido por contato através de processo de filtragem de cores, ou por projeção a partir de um original colorido;
- Filme polyester - aceita tinta nanquim colorida, películas coloridas auto-adesivas, ou mesmo lápis de cor;
- Papel heliográfico ou de impressão off-set - colorido a mão sobre cópias heliográficas ou cartas topográficas; próprio para informações temáticas básicas ou preliminares a baixo custo; baixa qualidade de apresentação final.

As opções (b) e (e) não foram utilizadas operacionalmente.

#### 4. APLICAÇÕES PRÁTICAS - PROJETOS REALIZADOS

São apresentadas a seguir, sucintamente, as principais características concernentes aos projetos realizados (todas as imagens utilizadas são dos satélites da série LANDSAT):

##### 4.1 - PROJETO CANASATE - Áreas I e III (Mendonça et alii, 1986)

. OBJETIVO: Mapeamento da distribuição espacial e estimativa de área da cultura de cana-de-açúcar.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA APROXIMADA DAS REGIÕES ESTUDADAS:

Área I - 420.000Km<sup>2</sup> distribuídos pelos Estados de São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro

Área III - 600.000 Km<sup>2</sup> distribuídos pelos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul.

. IMAGENS UTILIZADAS: Imagens em papel fotográfico P & B na escala 1:250.000, bandas 5 e 7 (MSS) e 3,4 e 5 (TM).

. BASES CARTOGRÁFICAS: 67 cartas topográficas na escala 1:250.000 publicadas pelo IBGE e DSG.

. MAPAS TEMÁTICOS: 60 mapas temáticos P & B na escala 1:250.000, sendo 23 folhas planialtimétricas impressas em filme litográfico (Área I) e 37 folhas planimétricas desenhadas em filme polyester (Área III). Os mapas apresentam, como elementos temáticos, a distribuição espacial da cultura da cana-de-açúcar e a localização de usinas e destilarias.

##### 4.2 - PROJETO CANASATE - SP

. OBJETIVO: Elaboração de mapas temáticos da distribuição espacial de cana-de-açúcar no Estado de São Pau

lo.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DA REGIÃO ESTUDADA: 247.320 km<sup>2</sup> correspondentes ao Estado de São Paulo.

. IMAGENS UTILIZADAS: 17 órbitas/ponto na escala 1:250.000, apresentadas em papel fotográfico P&B nas bandas 5 e 7 do sensor MSS e nas bandas 3,4 e 5 do sensor TM.

. BASES CARTOGRÁFICAS: 15 cartas topográficas na escala 1:250.000, publicadas pelo IBGE e 2 mapas do Estado de São Paulo publicados pelo IGC (um contendo a divisão político-administrativa e outro contendo a rede hidrográfica).

. MAPAS TEMÁTICOS: 2 mapas temáticos planimétricos P & B na escala 1:1.000.000 impressos em filme litográfico apresentando, como elementos temáticos, a distribuição espacial da cultura de cana-de-açúcar e a localização de usinas e destilarias.

#### 4.3 - PROJETO URUGUAY (Funcate, 1987)

. OBJETIVO: Avaliação de Recursos florestais.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE REGIÃO ESTUDADA: 176.215 Km<sup>2</sup> correspondentes à totalidade da superfície da República Oriental do Uruguai.

. IMAGENS UTILIZADAS: 44 quadrantes 1:100.000 inseridos em 14 órbitas/ponto, e apresentados em papel fotográfico P & B nas bandas 3,4 e 5 do Sensor TM. Também foram utilizadas 14 imagens TM na escala 1:1.000.000, banda 3, em papel fotográfico P&B.

. BASES CARTOGRÁFICAS: 87 mapas da Série Cartográfica Nacional na escala 1:100.000, além de um mapa de divisão política na escala 1:1.000.000, todos publicados pelo Serviço Geográfico Militar del Uruguay.

. MAPAS TEMÁTICOS: 87 mapas temáticos planimétricos P & B na escala 1:100.000 desenhados em 348 folhas de filme polyester separadas por classes temáticas (pinus, eucalipto e mata natural, além de uma folha contendo os elementos planimétricos de base) visando uma futura impressão a cores.

Também foi produzido 1 mapa planimétrico P & B na escala 1:1.000.000 impresso em filme litográfico, apresentando a distribuição espacial das ocorrências de pinus e eucalipto sobre o território uruguaio.

#### 4.4 - PROJETO CORRIENTES (Moreira et alii, 1987)

. OBJETIVO: Identificação e avaliação de áreas com arroz irrigado através de técnicas de sensoriamento remoto.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DA REGIÃO ESTUDADA: 88.199 Km<sup>2</sup> correspondentes à totalidade da superfície da Província de Corrientes (Argentina).

. IMAGENS UTILIZADAS: 17 imagens TM na escala 1:250.000 em papel fotográfico P&B correspondendo a 8 órbitas/ponto, apresentadas nas bandas 3 e 4.

. BASES CARTOGRÁFICAS: 11 cartas topográficas na escala 1:250.000.

. MAPAS TEMÁTICOS: 11 mapas temáticos planialtimétricos P & B na escala 1:250.000 impressos em filme litográfico, apresentando a distribuição espacial de áreas com arroz irrigado. Também foi impressa outra coleção de 11 mapas contendo somente as informações planimétricas de base.

#### 4.5 - PROJETO CODEAMA (Funcate, 1987)

. OBJETIVO: Levantamento da cobertura vegetal e uso da terra através de técnicas de classificação digital de dados TM/LANDSAT.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA APROXIMADA DAS REGIÕES ESTUDADAS: 1.900 Km<sup>2</sup> situados nos municípios de Careiro, Barreirinha e Urucarã, no Estado do Amazonas.

. IMAGENS UTILIZADAS: Fitas CCT contendo dados TM nas bandas 3, 4 e 5 correspondentes a 3 quadrantes de imagem.

. BASES CARTOGRÁFICAS: 10 cartas topográficas na escala 1:100.000 publicadas pela DSG.

. MAPAS TEMÁTICOS: 7 mapas temáticos planimétricos na escala 1:100.000 desenhados em filme polyester apresentando 8 classes temáticas referentes a vegetação, uso da terra e qualidade de água.

#### 4.6 - PROJETO INCRA I (Funcate, 1986)

. OBJETIVO: Identificação de glebas agrícolas, através de imagens TM/LANDSAT para auxiliar no processo de seleção de áreas para fins de assentamento.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA APROXIMADA DAS REGIÕES ESTUDADAS: 66.000 Km<sup>2</sup> situados em seis microrregiões do Estado do Rio Grande do Sul.

. IMAGENS UTILIZADAS: 20 quadrantes 1:100.000 inseridos em 9 órbitas/ponto, apresentados em papel fotográfico P & B nas bandas 3 e 4 do sensor TM.

. BASES CARTOGRÁFICAS: 164 cartas topográficas na escala 1:50.000 publicadas pela DSG.

. MAPAS TEMÁTICOS: 68 mapas temáticos 1:50.000 confeccionados diretamente sobre as cartas topográficas, e

apresentando 3 classes temáticas.

#### 4.7 - PROJETO INCRA II (Funcate, 1987)

. OBJETIVO: Identificação de glebas agrícolas, através de imagens TM/LANDSAT, para auxiliar no processo de seleção de áreas para fins de assentamento.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA APROXIMADA DAS REGIÕES ESTUDADAS: 154.000 Km<sup>2</sup> situados em 20 regiões homogêneas distribuídas pelos Estados do Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul.

. IMAGENS UTILIZADAS: 117 imagens TM 1:100.000 em papel fotográfico P&B nas bandas 3 e 4 correspondentes a 48 quadrantes inseridos em 20 órbitas/ponto.

. BASES CARTOGRÁFICAS: 125 cartas topográficas na escala 1:50.000 e 74 na escala 1:100.000, publicadas pelo IBGE e DSG.

. MAPAS TEMÁTICOS: 125 mapas temáticos na escala 1:50.000 e 74 na escala 1:100.000, confeccionados diretamente sobre as cartas topográficas, e apresentando 3 classes temáticas.

#### 4.8 - PROJETO PETROBRÁS I

. OBJETIVO: Mapeamento básico da distribuição espacial de cobertura vegetal e ocorrências de cafezais através de imagens TM/LANDSAT.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA APROXIMADA DA REGIÃO ESTUDADA: 31.200 Km<sup>2</sup> situados nos Estados de São Paulo e Paraná.

. IMAGENS UTILIZADAS: Papel fotográfico P&B na escala 1:250.000, bandas 3 e 4 (TM).

. BASES CARTOGRÁFICAS: 8 cartas topográficas na escala 1:250.000, publicadas pelo IBGE e DSG.

. MAPAS TEMÁTICOS: 8 mapas temáticos preliminares na escala 1:250.000, apresentados em cópias heliográficas.

#### 4.9 - PROJETO PETROBRÁS II

. OBJETIVO: Mapeamento básico da distribuição espacial da cobertura vegetal através de imagens TM/LANDSAT.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA APROXIMADA DA REGIÃO ESTUDADA: 24.800 Km<sup>2</sup> situados nos Estados do Paraná e Santa Catarina.

. IMAGENS UTILIZADAS: 16 imagens TM 1:100.000 em papel fotográfico P&B nas bandas 3 e 4, correspondentes a 8 quadrantes inseridos em 4 órbitas/ponto.

. BASES CARTOGRÁFICAS: 8 cartas topográficas na escala 1:100.000, publicadas pelo IBGE e DSG.

. MAPAS TEMÁTICOS: 8 mapas temáticos preliminares na escala 1:250.000, apresentados em folhas de políester heliográfico.

#### 4.10 - PROJETO PRONI (Funcate, 1987)

. OBJETIVO: Mapeamento de classes de concentrações de atividades agrícolas através de imagens TM/LANDSAT.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DA REGIÃO ESTUDADA: 3.597.508 Km<sup>2</sup> compreendendo os estados das Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, além do Estado de Rondônia.

. IMAGENS UTILIZADAS: 464 imagens TM 1:500.000 correspondentes a 200 órbitas/ponto, apresentadas em papel fotográfico P&B nas bandas 3 e 4.

. BASES CARTOGRÁFICAS: 26 folhas da Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo publicadas pelo IBGE, além de 90 cartas topográficas (83 na escala 1:250.000 e 7 na escala 1:100.000) publicadas pelo IBGE, DSG e SUDENE.

. MAPAS TEMÁTICOS: 26 mapas temáticos planimétricos na escala 1:1.000.000, sendo 6 deles apresentados em filme litográfico, e o restante em políester heliográfico. Estes mapas foram gerados a partir da redução dos "overlays" de interpretação das imagens, na escala 1:500.000, contendo 3 classes temáticas (altas, médias e baixas concentrações de áreas agrícolas ocupadas por culturas temporárias).

#### 4.11 - PROJETO RESEPE

. OBJETIVO: Elaboração de mapas temáticos com delimitação de áreas aluviais, levantamento de rede de açudes, atualização de rede viária e levantamento dos principais núcleos populacionais no Estado de Pernambuco.

. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DA REGIÃO ESTUDADA: 98.281 Km<sup>2</sup> correspondentes ao Estado de Pernambuco.

. IMAGENS UTILIZADAS: 19 transparências positivas TM/LANDSAT, escala 1:1.000.000, correspondente a 9 órbitas/ponto, sendo 11 composições coloridas nas bandas 2, 3 e 4; e 8 preto e branco nas bandas 3, 4 e 5. Também foram utilizadas 32 imagens TM em papel fotográfico P&B correspondentes a 16 quadrantes nas bandas 3 e 4.

. BASES CARTOGRÁFICAS: 57 bases cartográficas publicadas pela DSG ou SUDENE, e 1 base planimétrica extraída diretamente das imagens TM, todas na escala 1:100.000.

. MAPAS TEMÁTICOS: 58 folhas temáticas na escala 1:100.000 impressas em filme litográfico e superpostas às bases cartográficas, contendo a localização de áreas aluviais, corpos d'

água, estradas atualizadas e núcleos rurais.

## 5 - CONCLUSÕES

A realização de um crescente número de projetos voltados para o mapeamento de recursos terrestres reafirma o êxito do Sensoriamento Remoto Orbital a nível operacional, tornando-se cada vez mais importante o papel desempenhado pela Cartografia Temática no sentido de criar padrões de apresentação de resultados, em acompanhamento às mudanças das necessidades de informação.

A experiência acumulada com estes projetos demonstra alguns fatores que devem ser destacados na fase do planejamento temático:

a) para a obtenção das informações desejadas em tempo hábil, os processos convencionais de confecção de mapas mostraram-se relativamente lentos;

b) a utilização de imagens de satélite, dado a sua visão sinótica, frequentemente abrevia o tempo necessário ao levantamento de dados;

c) a multiplicidade de classes temáticas pode determinar a forma de apresentação final dos mapas;

d) processos de impressão tais como o off-set geralmente são de custo muito elevado, dificultando sua utilização;

e) escalas de apresentação final médias e pequenas normalmente necessitam de um grande número de cópias para o atendimento à comunidade de usuários;

As perspectivas operacionais futuras para o desenvolvimento da Cartografia Temática são demonstradas por diversas tendências:

- Sistemas de Informações Geográficas - possibilita a aquisição, o armazenamento, a análise, a manipulação e a saída de dados em diversos formatos, possibilitando a geração de novos documentos cartográficos;

- Análise Automática de Imagens permite a classificação temática através de técnicas de processamento digital de imagens;

- Carta-Imagem - sua operacionalização poderá levar as imagens de satélite a um número muito maior de usuários, proporcionando novas possibilidades de aproveitamento de seus recursos.

Além disso, o aproveitamento de

plotadoras automáticas (plotters) ou mesmo a utilização de técnicas serigráficas de impressão, se convenientemente exploradas, poderão ser de grande valia para os futuros mapas temáticos.

NOTA: Este trabalho só foi possível ser realizado graças a participação das pessoas envolvidas na execução dos projetos mencionados, e em particular, à equipe técnica da FUNCATE.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P.C.G. Utilização de imagens LANDSAT na Cartografia. São José dos Campos, INPE, 1981. (INPE - 2219-MD/011).

ALBUQUERQUE, P.C.G. Imagens Orbitais : uma solução cartográfica. São José dos Campos, INPE, 1983. (INPE-2820-PRE/374).

CREPANI, E. Princípios básicos de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, 1982. (Apostila).

D'ALGE, J.C.L. Qualidade geométrica de imagens TM do LANDSAT-5. XIII Congresso Brasileiro de Cartografia - Anais: 44-59. Brasília, 1987.

FUNCATE. Transferência de métodos e técnicas de avaliação de uso de solo através da utilização de imagens TM do LANDSAT para microrregiões no Rio Grande do Sul. São José dos Campos, 1986 (Relatório de trabalho).

FUNCATE. Evaluacion de los recursos forestales en el Uruguay. São José dos Campos, 1987 (Relatório técnico).

FUNCATE. Identificação de glebas agrícolas, através de imagens TM/LANDSAT, para auxiliar no processo de seleção de áreas para fins de assentamento. São José dos Campos, 1987. (Relatório técnico).

FUNCATE. Levantamento da cobertura vegetal e uso da terra de áreas - programa do PDRI/AM, dos municípios de Urucará, Barreirinha e Careiro -AM, através de técnicas de classificação digital de dados TM/LANDSAT. São José dos Campos, 1987. (Relatório Técnico).

FUNCATE. Mapeamento de classes de concentração de atividades agrícolas através de imagens TM/LANDSAT. São José dos Campos, 1987. (Relatório Técnico).

MACHADO E SILVA, A.J.F.; D'ALGE, J.C.L. Avaliação da qualidade geométrica das imagens TM-LANDSAT. São José dos Campos, INPE (no prelo).

- MACHADO E SILVA, A.J.F. Estudo da qualidade geométrica das imagens MSS-LANDSAT. São José dos Campos, INPE, (no prelo).
- MENDONÇA, F.J. & Equipe da FUNCATE referente aos trabalhos de interpretação. CANASATE - Mapeamento de cana-de-açúcar por satélite. São José dos Campos, INPE, 1986. (INPE-3843-RPE/503).
- MENDONÇA, F.J.; ROSENTHAL, D.A.; FÁRIA, K. DE; COVRE, M.; SANTOS, R.; RODRIGUES, R.L.V. CANASATE - Mapeamento da cana-de-açúcar por satélite - Área III. São José dos Campos, INPE, 1986. (INPE-4068-RPE/526).
- MOREIRA, M.A.; ASSUNÇÃO, G.V.; KRUG, T.; AROSTEGUI, M.H.; YORDAN, H.L.; RAMIREZ, W.M.; POLICH, R.A.; AGNELLO, J.C.; DALURZO, H.C. Identificação e avaliação de áreas com arroz irrigado em Corrientes - AG, através de técnicas de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, 1987 (Relatório técnico).
- SILVA, E.A. Novos horizontes em Cartografia Temática. XIII Congresso Brasileiro de Cartografia - Anais: 551-560. Brasília, 1987.