

MAPA DA COBERTURA VEGETAL DO PLANALTO DE SANTA CATARINA ATRAVÉS DA INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS TM-LANDSAT 5

Marilêa Martins Leal Caruso*

Introdução

O presente estudo foi realizado durante o Semestre Sabático (março-agosto/91) nos laboratórios e sob a orientação de professores de Sensoriamento Remoto do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

Embora os dados de Sensoriamento Remoto e imagens dos satélites do programa LANDSAT estejam desde o início dos anos setenta à disposição dos pesquisadores e usuários em geral (foi a partir de 1973 que o INPE começou a gravar os dados na Estação de Rastreamento em Cuiabá), as técnicas de interpretação visual e tratamento de imagens via computador ainda continuam sendo testadas e submetidas a diferentes experiências e estudos.

A razão é que estamos diante de uma tecnologia do final do século XX, porém manipulada na maioria das vezes com métodos, meios e no ritmo de cinquenta anos atrás - olho do intérprete e intensa verificação de campo - o que implica em demora e muito tempo gasto.

*Professora do Departamento de Geociências da UFSC.

O tratamento de imagens e sua interpretação através da Informática também apresenta problemas ainda não resolvidos, entre eles, a Sombra projetada pelo relevo em regiões acidentadas, quando da interpretação do uso do solo.

Este estudo tem por objetivo mapear a Cobertura Vegetal do Planalto de Santa Catarina através da interpretação de imagens TM-LANDSAT 5, na composição colorida das Bandas 3, 4 e 5, associadas às cores azul, verde e vermelho, respectivamente, e na escala de 1:100.000.

O trabalho faz parte de um projeto maior que a autora vem realizando sobre o desmatamento da araucária em Santa Catarina e que já conta com mapas elaborados a partir da interpretação de fotografias aéreas dos anos de 1957 e 1966.

1. Informações Preliminares

O Sensoriamento Remoto, segundo Steffen et al. (1981), é "um conjunto de atividades, cujo objetivo reside na caracterização das propriedades de alvos naturais, através da detecção, registro e análise do fluxo de energia radiante, por eles refletido ou emitido".

De acordo com os mesmos autores pode-se individualizar duas fases na metodologia do Sensoriamento Remoto:

- a) fase de aquisição: processos de detecção e registro da informação; e
- b) fase de análise: tratamento e interpretação dos dados obtidos.

Na fase de aquisição destacam-se: a energia radiante, a fonte (Sol), o alvo, a trajetória e o sensor, "cuja influência nas características da informação obtida deve ser bem compreendida para uma correta interpretação.

"A energia radiante é emitida pela fonte (Sol), que após atravessar a atmosfera (trajetória), irradia a superfície (alvo), sendo por ela refletida; parte dessa energia atravessa novamente a atmosfera e é coletada pelo sistema sensor, onde é detectada e registrada" (Steffen et al., 1981).

Portanto, a compreensão de conceitos básicos sobre as características da radiação eletromagnética, o comportamento dos alvos (assinatura espectral) e características e capacidade dos sensores é fundamental para o tratamento, interpretação e uso das informações obtidas.

Sistema LANDSAT

No presente trabalho foram utilizadas imagens do Satélite Landsat 5, sensor TM.

O programa Landsat "foi desenvolvido com o objetivo de permitir a aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais sobre a superfície da Terra, de forma global, sinóptica e repetitiva" (Steffen et al., 1981, p.49).

Compreende uma série de lançamentos iniciados em 1972 (Landsat 1) chamado primeiramente de EARTH'S Resources Technology Satellites), 1975 (Landsat 2), 1978 (L 3), 1982 (L 4), 1984 (L 5), passando por várias fases de aperfeiçoamentos técnicos. A partir do Landsat 4 foi instalado novo sensor "Thematic Mapper" (TM) em adição ao sensor "Multi Spectral Scanner" (MSS), anteriormente utilizado.

"The Thematic Mapper (TM), a 'second generation', is more sensitive than the MSS, producing sharper and more revealing images with greater detail resolution. Its sensors measure seven bands of the spectra instead of four, and it resolves areas 30 meters square rather than 80" (Revista Landsat, 1987, p.26).

Por sua vez Cassol (1988) assinala que "o Sensor TM possui mais recursos que os anteriores: detecta a energia refletida em 6 (seis) bandas estreitas situadas nas regiões do visível e infravermelho refletido e uma banda larga, situada na região do infravermelho termal emitido".

Com relação a este último canal a Revista Landsat, acima mencionada, destaca: "a thermal sensor has been added to the later generations of the satellite to measure and analyse heat emitted from Earth's surface".

Outro avanço técnico diz respeito ao aspecto temporal: enquanto os Satélites Landsat 1-3 deslocavam-se em órbita geocêntrica, circular e polar (próxima) com períodos de 103 minutos e a 920 km de altitude, levando 18 dias para completar a cobertura do planeta Terra, os Satélites Landsat 4 e 5 circulam a Terra e cada 98,9 minutos, a 705 km de altitude e à velocidade de 7,7 km/segundo, repetindo a cobertura da mesma área a cada 16 dias. Outra característica desses satélites é que a órbita é "heliossincrona, isto é, o ângulo sol-Terra-satélite permanece constante (37,50°) o que garante condições semelhantes de iluminação, ao longo do ano, na área imageada" (Steffen et al., 1981, p.52).

O Satélite passa pelo território brasileiro entre 9:30 e 10:00 horas, e encontra-se em Cuiabá, centro geográfico da América do Sul, o sistema de recepção e gravação dos dados do Landsat do INPE. Através de sua antena de rastreamento, o Sistema realiza a recepção e grava as imagens geradas pelos sensores ao longo do segmento da órbita ao alcance da estação.

As fitas gravadas são enviadas ao Laboratório de Processamento de Imagens, em Cachoeira Paulista - SP.

Dados do Sistema

O processamento das fitas consiste na conversão dos dados em formas mais convenientes aos usuários: transparências, imagens fotográficas e fitas compatíveis com computador.

E, uma imagem inteira, representa no solo uma área de 184 x 185 km. Para o quadrante a abrangência é de 92 x 92 km.

Quanto à resolução geométrica das imagens, esta varia de 30 metros (isto é, cada pixel, "picture element", da imagem corresponde a uma área no terreno de 0,09 ha) para as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7; a 120 metros (cada pixel representa 1,4 ha) para a banda 6 (termal).

As imagens TM-Landsat podem ser obtidas em escalas de até 1:50.000, sem perda de resolução, e a combinação das seis bandas (30 m de resolução) possibilita formar composições coloridas especialmente úteis na interpretação visual. Pode-se com-

binar as bandas 2, 3, 4, ou 3, 4, 5, ou 2, 4, 7, etc, sempre associadas à seqüência de cores azul, verde e vermelho.

De acordo com pesquisadores do INPE (Pereira et al., 1989, p.12) as principais vantagens do uso de cópias fotográficas são: "facilidade de manipulação, interpretação direta da imagem sem necessidade de equipamentos especiais, e possibilidade de realizar inspeção de campo com uso da própria imagem, pela grande quantidade de pontos de referência".

Interpretação Visual

Foi baseada nestas vantagens e na experiência que a autora possui na interpretação de fotografias aéreas (interpretou mais de 3.000 fotografias com a finalidade de compôr uma seqüência histórica de mapas da cobertura vegetal do planalto de Santa Catarina) que se optou pela interpretação visual de imagens de satélite.

Segundo Pereira et al. (1989, p.69), "a interpretação visual das imagens é o processo de aquisição de informações sobre um dado alvo da superfície, através da análise de suas respostas em diferentes canais individuais ou combinados sob a forma de composições coloridas. Este processo consiste, basicamente, na inspeção e identificação de diferentes padrões tonais e texturais em cada canal e na sua comparação em diferentes canais e épocas".

Destacam-se portanto dois aspectos importantes: o espectral e o temporal.

No primeiro caso o sensor TM Landsat permite a coleta de informações, como vimos, em 7 bandas distintas do espectro eletromagnético.

"As características espectrais do alvo podem ser registradas de modo diferente nas diversas bandas espectrais existentes, o que possibilita a identificação de diferentes alvos através da comparação entre canais" (Pereira et al., 1989, p.70).

Com relação a este aspecto, encontra-se na Revista Landsat (1987, p.25) o seguinte: "the difference between the human eye

and the stallite sensing system is that humans see all visible bands simultaneously, whereas satellites view the earth in separate spectral bands".

Na interpretação visual da cobertura e uso do solo é fundamental o conhecimento prévio do comportamento dos alvos em cada canal (assinatura espectral) para que se possa proceder uma escolha do canal ou canais que melhores informações possam fornecer em função do objetivo do trabalho.

No caso das imagens do TM-Landsat os canais 3 e 4 são os mais indicados para estudos de uso do solo, complementados com informações dos canais 2, 5 e 7.

Na interpretação da cobertura vegetal, áreas agrícolas e de alvos culturais são utilizados os canais 2, 3, 5 e 7, enquanto que para a identificação de corpos de água e unidades do relevo o canal 4 é o mais indicado (Pereira et al., 1989, p.70).

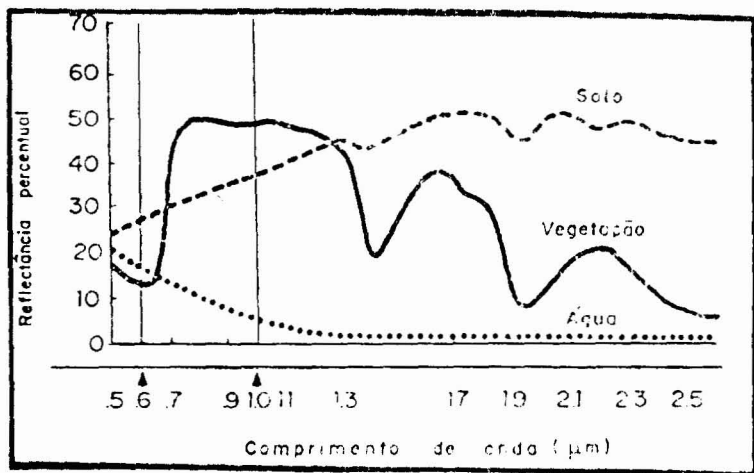
O INPE tem tabelas elaboradas, que fornece aos usuários, com a indicação dos canais e suas melhores informações.

Composição Colorida

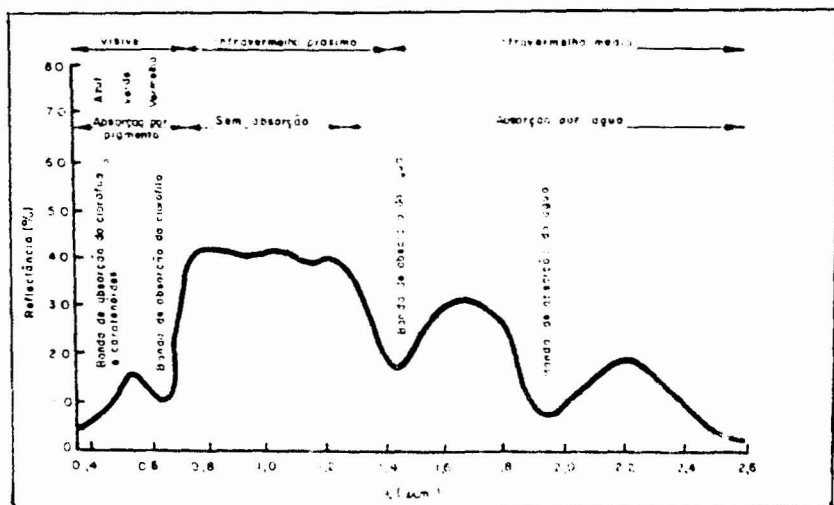
A associação de canais fornece variados tipos de composições coloridas. Estas "constituem um produto com maior potencialidade para o mapeamento do uso da terra, permitindo a aquisição de maior quantidade de informações devido ao fato de o olho humano ser mais sensível às cores que aos tons de cinza" (Pereira et al., 1989, p.71).

De acordo com estes mesmos autores, "as composições coloridas no infravermelho falsa cor são bastante úteis, pois realçam os diferentes tipos de vegetação que aparecem desde o vermelho escuro (vegetação densa) até as tonalidades próximas ao amarelo (áreas de vegetação rala)".

Conforme outras experiências Nascimento e Thibault recomendam "a utilização das composições coloridas com os canais TM 2, 3, 4 (azul, verde e vermelho) que auxiliam as separações das diferentes formações vegetais, e outra com os canais 5, 4, 3 (azul, verde e vermelho), que apresentam um gran-



Assinatura Espectral de amostras de Água, de Solo e de Vegetação (Eteffen et al., 18)



Assinatura Espectral de uma folha normal. Kumar. (Valeriano, 1988).

de contraste, sendo muito útil no estudo da vegetação. Estes autores sugerem ainda, para o levantamento do uso do solo, uma composição colorida que ocupe uma faixa bem ampla do espectro eletromagnético; um canal no visível (bandas 1, 2, 3), um canal no infravermelho próximo (banda 4) e um canal no infravermelho médio (bandas 5 e 7) (Pereira et al., 1989, p.74).

No estudo que realizamos, a composição colorida das bandas 3, 4, 5 associadas respectivamente às cores azul, verde e vermelho, apresenta a vantagem de fornecer um produto cujas cores, em função da 'assinatura espectral' dos alvos, se aproximam da cor normal encontrada na natureza: vegetação verde (alta reflectância na banda 4), água azul (alta reflectância nas bandas do visível, banda 3) e o solo vermelho (maior reflectância na banda 5).

Dependendo das condições de umidade na data do registro da imagem, haverá a participação maior ou menor da banda 3. Assim os caminhos e estradas, solos expostos, podem aparecer em magenta mais claro ou mais escuro em função da quantidade de umidade presente na hora da passagem do satélite (vermelho mais azul = magenta).

Outros fatores que têm influências nas cores e tonalidades dos alvos na imagem são as correções aplicadas no processamento eletrônico da imagem: 'ganho' ("correção aplicada à imagem digital para adequar o contraste à melhor percepção das variações das nuances tonais das informações nela contidas") e 'off-set' ("correção digital aplicada à imagem visando acertar os níveis de cinza das informações aos níveis de percepção visual") (Sorrenti, 1987).

Aspecto Temporal

O aspecto temporal é outro dado importante na interpretação visual.

"Devido a característica repetitiva dos imageadores feitos por satélites, podem-se analisar as variações temporais apresentadas pelos padrões de tonalidade e textura do alvo. Como grande parte dos alvos naturais é de natureza dinâmica, ou se-

ja, apresenta variações no tempo, o aspecto temporal das imagens torna-se um fator de grande importância para a interpretação deles" (Pereira et al., 1989).

As atividades agrícolas constituem o melhor exemplo para destacar a importância do aspecto temporal: cada tipo de cultura tem seu calendário, época de plantio, crescimento e colheita. Há também diferentes taxas de crescimento no decorrer do ciclo vegetativo.

Neste caso uma seqüência de imagens permitirá identificar as diferentes culturas, a partir das variações temporais.

Entretanto no Estado de Santa Catarina nos deparamos com dois problemas que dificultam estudos desta natureza: de um lado o relevo acidentado que provoca sombra mascarando a cor e a tonalidade real, e, de outro, o predomínio de pequenas propriedades rurais, com cultivos variados, intercalados de pequenas áreas de pastagens e capões de mata, formando um mosaico de complicada individualização.

2. Mapa da Cobertura Vegetal do Planalto de Santa Catarina:

Material e Método

O planalto de Santa Catarina, abarca uma área de pouco mais de 55.000 km², compreendendo um conjunto de 18 imagens TM-Landsat 5 dos anos de 1988-89-90, com a seguinte numeração: 223/78C; 223/78D; 223/79A; 223/79B; 222/78C; 222/78D; 222/79A; 222/79B; 221/78C; 221/78D; 221/79A; 221/79B; 221/79C; 221/79D; 221/80B; 220/78C; 220/80A; 220/79C.

Estas imagens estão na escala de 1:100.000 e na composição colorida das bandas 3, 4, 5 associadas às cores azul, verde e vermelho respectivamente.

Destas imagens foram interpretadas, no período mencionado, cinco: 221/78C; 221/79A; 222/78D; 221/79C; 222/79B, que cobrem a região do Vale do Rio do Peixe (meio oeste de SC).

Foram utilizadas séries de fotografias aéreas infravermelho falsa cor na escala de 1:45.000. Paralelamente à interpretação das imagens utilizou-se fotografias aéreas como re-

curso complementares de apoio para a identificação dos alvos.

A interpretação foi realizada em papel cristal poliéster.

Metodologia

Na interpretação visual das imagens mencionadas, adotou-se a metodologia proposta por Saraiva citada por Hernandez Filho (1988), seguindo as etapas de fotoleitura ou fotoidentificação e fotoanálise, levando-se em consideração os elementos clássicos da fotointerpretação convencional. E estes elementos, indispensáveis para a caracterização e individualização dos alvos foram: tonalidade e cor, textura fotográfica e forma.

Tonalidade e Cor

Conforme escreveram Pereira, Kurkidjian e Foresti, "a tonalidade é uma resposta da quantidade relativa de luz refletida ou da radiação emitida, que é registrada numa emulsão fotográfica".

Porém há outras implicações. A tonalidade também "está relacionada com a energia refletida pelos alvos que nas imagens fotográficas correspondem à região do visível do espectro eletromagnético, como por exemplo, os canais 5 do sensor MSS e 3 do TM. Nas imagens do infravermelho próximo (canais 7/MSS e 4/TM) e infravermelho médio (5 e 7 TM) a tonalidade também é função da energia refletida pelos alvos. Nas imagens correspondentes ao infravermelho termal (6/TM) os níveis de cinza são função da energia emitida, isto é, esta energia é influenciada pela temperatura do alvo. Assim os alvos com pouca energia refletida ou emitida apresentam níveis de cinza mais escuro e aqueles com tons mais claros têm a propriedade de refletir ou emitir, com grande intensidade a energia incidente sobre eles" (Hernandez Filho, 1988, p.3).

A tonalidade está sujeita a uma ampla variação, pois muitos são os fatores que interferem na sua definição: características da emulsão e do processamento fotográfico; natureza do objeto (forma, estrutura, orientação de sua superfície);

dimensão da superfície refletora; propriedades físico-químicas do objeto imageado, etc.

Assim sendo, concordamos com Pereira et al. (1989, p.46) quando afirmam que a tonalidade "como elemento de interpretação, deve ser encarada como mais um fator de diferenciação relativa do que como meio de identificação e que seu emprego terá melhores resultados quando combinado com outros elementos como a textura e a forma".

Já a cor é uma propriedade que os materiais têm de refletir raios de luz de um comprimento de onda particularmente predominante. Três são as variáveis que a constituem: croma, saturação e brilho. O homem pode distinguir as diferenciações de variações através de 1.000 unidades coloridas (American Society of Photogrammetry, 1968).

De acordo com Marchetti e Garcia (1978, p.162) "pesquisas mostram que o olho humano é capaz de distinguir mais de 2.000 combinações diferentes entre cores, contra 200 tons diferentes de cinza".

Essa superioridade da capacidade de distinção das cores é importante, pois permite a identificação de maior número de detalhes dos componentes do ambiente natural. "Objetos diferentes refletem, emitem e transmitem diferentes quantidades e comprimentos de onda de energia, que são gravados com variações tonais, policromáticas em uma imagem" (Pereira et al., 1989, p.47).

As imagens fotográficas de cor verdadeira (aquela verificada na região do visível do espectro eletromagnético) têm a vantagem de facilitar a interpretação, posto que os alvos se apresentam sob cores que nos são familiares. É o caso da composição interpretada, onde as bandas 3, 4, 5 associadas às cores azul, verde e vermelho, conformam um resultado que se aproxima da cor real dos alvos (verde para a vegetação, azul para a água...).

Portanto a possibilidade de reproduzir composições coloridas nas imagens Landsat, tanto do sensor MSS (4, 5 e 7 ...) como do TM (3, 4 e 5; 4, 5 e 7 ...) é uma grande vantagem pois permite destacar aspectos da paisagem geográfica nas diferen-

tes imagens assim constituídas.

Desse modo, de acordo com os objetivos dos estudos a serem realizados, pode-se escolher a composição mais adequada para realçar os alvos desejados.

Textura Fotográfica

Em Marchetti e Garcia (1978, p.162) encontra-se que "a textura é produzida pela reunião das unidades muito pequenas para serem identificadas individualmente".

Para Hernandez Filho (1989, p.5) "a variação de tonalidade apresentada num determinado alvo" chama-se textura fotográfica, podendo ser lisa, média e grosseira. É considerada lisa quando não apresenta variações entre os tons de cinza num determinado alvo; é média quando apresenta uma pequena variação entre os tons de cinza e é grosseira quando há uma abrupta variação entre os tons de cinza.

Pereira et al. (1989, p.48) apresenta definição semelhante ao caracterizar a textura fotográfica como "a freqüência de mudanças de tons dentro de uma unidade de área". Entretanto sua classificação é mais ampla e se baseia na definição de Haralick que diz: "textura caracteriza-se pelos elementos primários que a compõem e pela organização espacial destes componentes". Assim em sua classificação na textura:

- grosseira (elementos primários são maiores);
- fina (elementos primários são menores);
- uniforme (elementos primários são homogêneos);
- variada (elementos primários não são homogêneos);
- mosqueada (elementos primários dispostos em manchas);
- mais densa (maior número de elementos texturais por unidade de área);
- menos densa (menor número de elementos texturais por unidade de área).

Há outras classificações como aveludada, suave, áspera...

No caso de produtos fotográficos coloridos, os conceitos sobre textura fotográfica são os mesmos acima descritos, levando-se em consideração as variações de cores.

Forma

Compreende a geometria do alvo interpretado. Pode ser classificada em:

Polígonos: geométricos definidos ou regulares
 irregulares
Linhas: curvilíneas
 retilíneas.

As Formas Geométricas definidas ou regulares indicam aspectos artificiais da paisagem, tais como as áreas agrícolas, os reflorestamentos; enquanto que as formas irregulares indicam aspectos naturais como as matas nativas.

Esses elementos, tonalidade e cor, textura fotográfica e forma, constituem a base da interpretação realizada.

Outros elementos importantes na fotointerpretação não foram considerados. É o caso, por exemplo, da **Sombra**, resultante da iluminação oblíqua da superfície pelo Sol, numa topografia acidentada, portanto Sombra do relevo, que se constitui num elemento de fundamental importância por permitir nas imagens orbitais a impressão bastante aproximada da morfologia do terreno.

É que as sombras do relevo, na interpretação da cobertura e o uso do solo nas imagens orbitais, constituem-se em um dos problemas mais difíceis de serem solucionados, já que é impossível identificar o alvo que fica mascarado pela sombra. Tanto na interpretação visual quanto naquela realizada através do tratamento de imagens via computador, a sombra em regiões acidentadas, como é o caso do território de Santa Catarina, é um dos principais, senão o principal obstáculo na interpretação da cobertura e uso da terra.

Foi então com base na análise dos elementos tonalidade e cor, textura fotográfica e forma, no trabalho de interpretação das imagens mencionadas, que elaborou-se uma Chave de Interpretação visual, ficando assim constituída:

**CHAVE DE INTERPRETAÇÃO VISUAL DE IMAGENS TM/LANDSAT,
NA COMPOSIÇÃO COLORIDA DAS BANDAS 3, 4, 5**

USO DA TERRA	COR E TONALIDADE	TEXTURA FOTOGRÁFICA	LIMITES	FORMA
Florestas nativas	verde escuro	média	definidos	geométrica irregular
Reflorestamentos	verde piscina	fina aveludada	definidos	geométrica regular
Campos nativos	magenta claro	fina	definidos	irregular
Vegetação degradada e/ou em regeneração	verde claro amarelo esverdeado	fina e/ou média	indefinidos	irregular
Agricultura	magenta claro magenta escuro verde claro	fina	definidos	geométrica regular
Solos expostos	magenta escuro	fina	definidos	geométrica regular
Rios	azul	fina	definidos	curvilínea linhas sinuosas de trajeto irregular
Estradas	magenta	fina	definidos	retilínea
Zonas urbanas	magenta alternância de tons	grosseira	indefinidos	irregular

De acordo com o "Manual of Color Aerial Photography" da American Society of Photogrammetry (1968) as cores, na composição das bandas 3, 4, 5, associadas às cores azul, verde e vermelho, com "ganho": + 1.5; + 1.4; + 1.0 e "offset": + 001; - 025; - 015, respectivamente, da Imagem TM/LANDSAT 5 número 221/79A, de 20/07/87, estão registradas na tabela que segue.

TABELA DE CORES
NA COMPOSIÇÃO DAS BANDAS 3, 4, 5 ASSOCIADAS ÀS CORES AZUL,
VERDE E VERMELHO - IMAGEM TM/LANDSAT 5

Florestas Nativas

161. deep b G (bluish Green)
 166. v.d. b G
 146. d. G (Green)
 142. deep G

Reflorestamentos

160. s. b G (bluish Green)
 165. d. b G

Vegetação Degradada e/ou em Regeneração

115. v. Y G (Yellow Green/
 Olive Green)
 117. s. Y G
 116. brill. Y G
 130. brill. Y G (Yellowish Green)

Campos Nativos

8. gy. Pinck (Red. Pink)
 5. m. Pink
 6. d. Pink
 4. l. Pink
 249. l.p. Pk (Purplish Pink/
 Purplish Red)
 252. p.p. Pk

Agricultura

250. m.p. Pk (Purplish Pink
 Purplish Red)
 247. s.p Pk
 248. deep p Pk
 255. s.p Pk
 240. l.r P (Reddish Purple)
 237. s. rP

Solo Exposto

255. s. pR (Puplish Red)
 238. deep r P (Reddish
 Purple)
 211. m. V (Violet)

Zonas Urbanas

219. deep P (Purple)
 238. deep r P (Reddish
 Purple)
 207. s. V (Violet)

Rios

194. v. p B (Purplish Blue)
 197. deep p B

Estradas

196. s. p B (Purplish Blue)
 240. l. r P (Reddish Purple)

Areias

9. pK white (Red Pink)
 92. Y white (Yellow Olive
 Brown)

De acordo com o "Manual of
 Color Aerial Photography"
 da American Society of
 Photogrammetry.

Se de um lado a Chave de Interpretação tem o objetivo de servir de guia, que facilite o trabalho do fotointerprete, ajudando-o na identificação de forma precisa, objetiva e rápida dos alvos nas imagens, de outro deve ser usada com critérios e cuidados.

A presente chave serve para regiões com clima, solo e topografia semelhantes à área do Estado de Santa Catarina e imagens com as características acima mencionadas.

Elaboração do Mapa

A interpretação das imagens foi realizada em função de uma legenda já estabelecida nos mapas anteriores (1957 e 1966), onde considerou-se a seguinte tipologia:

- 1) **Florestas** - vegetação com predomínio de árvores de grande, médio e pequeno porte.
- 2) **Vegetação Degradada e/ou em Regeneração** - vegetação submetida a processo de exploração e/ou em processo de regeneração, de porte arbóreo degradado, capoeiras e graminóides.
- 3) **Reflorestamentos** - povoamentos arbóreos de pinus ou eucaliptus.
- 4) **Campos** - campos nativos.
- 5) **Agricultura** - áreas submetidas a cultivos agrícolas.

A interpretação foi realizada seguindo a metodologia descrita e com o apoio de interpretação de fotografias aéreas coloridas infravermelho falsa cor na escala de 1:45.000.

O cotejo entre a fotoanálise da imagem orbital com a das fotografias aéreas e a checagem do campo, permitiu estabelecer padrões, ou chaves de interpretação. Foi então utilizando esta chave e o conhecimento que a autora desde 1985 tem da área, período em que interpretou mais de 3.000 fotografias aéreas dos anos 1957 e 1966, nas escalas de 1:25.000 e 1:60.000, que as imagens foram interpretadas.

As informações obtidas em papel poliéster cristal, foram reduzidas por processo mecânico.

Aplicou-se em seguida cores contrastantes às legendas, para facilitar a passagem das informações para a carta base na escala de 1:500.000.

Com o auxílio do Map-O-graph (aparelho ampliador e redutor) as informações foram transferidas para a carta base, que contém as curvas de nível e a rede hidrográfica, obtendo-se o mapa da Cobertura Vegetal da Região.

Evolução do Desmatamento

No mapa obtido constata-se que a vegetação da região foi submetida a um intenso processo de desmatamento. Este processo, segundo estudo que realizamos (Caruso, 1989, p.213-220), teve início, na região do Vale do Rio do Peixe, no começo do século com a construção da Ferrovia São Paulo-Rio Grande.

Projeto executado entre os anos 1908 e 1910 pela companhia norte-americana Brazil Railway, esta estrada de ferro foi paga com a concessão de uma faixa de terras de 9 km de cada lado dos trilhos. E como o território era densamente ocupado por florestas, a companhia construtora criou uma subsidiária, a Southern Brazil Lumber and Colonization Company, que primeiro explorou intensivamente as matas, para em seguida tratar de colonizá-las, com a venda de centenas de lotes aos migrantes vindos do Rio Grande do Sul.

A Lumber, instalou duas grandes serrarias: uma em Calmon (nas margens da Ferrovia SPRG) e outra em Três Barras (planalto de Canoinhas a caminho do Porto de São Francisco do Sul), que foi considerada em 1912 como a maior madeireira da América Latina. A serraria de Três Barras, com todas as operações mecanizadas, produzia diariamente 300 metros cúbicos de madeira serrada, com uma produtividade de 1050 dúzias de tábuas em 10 horas de trabalho, empregando 800 operários (Queiróz, 1977, p.74).

Além das terras recebidas como pagamento pela construção da ferrovia SPRG, a Lumber adquiriu extensas áreas (180 mil ha) no Planalto de Canoinhas e "estabeleceu uma série de contratos com diversos fazendeiros, através dos quais estes ce-

diam à empresa os pinheiros (araucária) e as madeiras de lei (imbuia, canelas, cedro, peroba, etc.) que havia em suas terras" (Queiróz, 1977, p.73).

Desta maneira, após a exploração da madeira, que se destinava à exportação, a empresa, que também era de colonização, passava a vender as terras a colonos que, ocupando a área, vão derrubar o que restava da floresta para estabelecer a agricultura.

As conseqüências deste processo de ocupação podem ser constatadas já no mencionado mapa da cobertura vegetal de 1957, onde o desmatamento deu origem à paisagem atual, com predomínio da agricultura, pequenas áreas de pastagens e reflorestamento de pinus e eucaliptus.

E como a colonização da região teve origem a partir da compra e ocupação de pequenas e médias propriedades, possibilitando então uma extrema variedade de atividades e culturas, a paisagem daquela área do planalto resultou num mosaico geográfico e social extremamente complexo, e complicado ainda mais pelo relevo acidentado.

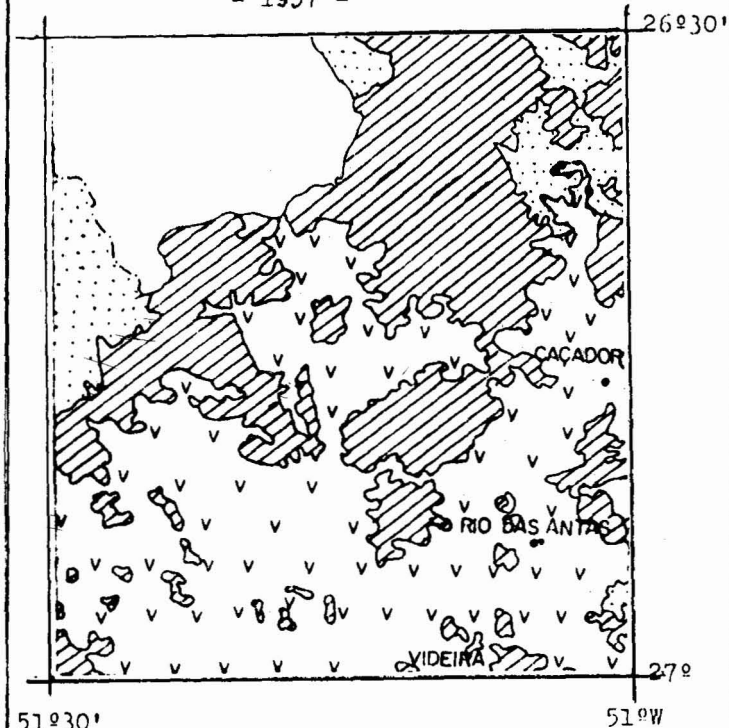
Comparando-se o mapa da Cobertura Vegetal de 1957 com o mapa das imagens interpretadas (1988) constata-se que na região do Vale do Rio do Peixe e vegetação nativa está quase que completamente desmatada, restando apenas algumas pequenas áreas remanescentes, predominando a agricultura e com a presença de reflorestamentos principalmente de pinus, o que é novo em relação ao ano de 1957, época em que não havia nenhuma área de plantio de árvores.

Estes reflorestamentos, ou melhor, estes povoamentos de pinus e pequenas áreas de araucária, são muito limitados se comparados com as florestas que foram extintas.

Conclusões

A interpretação visual de Imagens de Satélites para estudos da cobertura e uso do solo é muito valiosa e se mostra perfeitamente satisfatória para elaboração de mapas temáticos, em pequenas escalas. Portanto, considera-se que para estudos

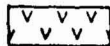
COBERTURA VEGETAL DO PLANALTO CATARINENSE
- 1957 -



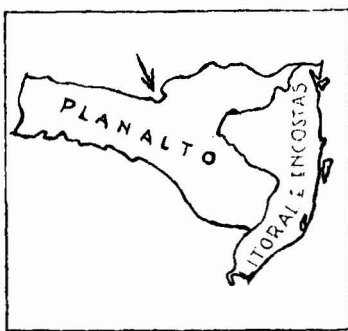
FLORESTAS



PASTAGEM



AGRICULTURA

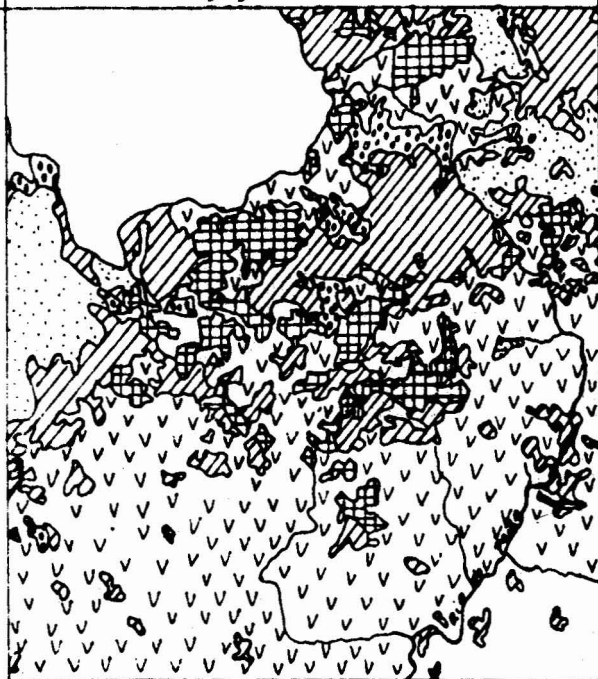


M.M.L. CARUSO

COBERTURA VEGETAL DO PLANALTO CATARINENSE

- 1989 -






26°30'



27°

51°30'

1:500.000 51°W

-  Floresta
-  Campos
-  Vegetação Degradada e/ou em Regeneração
-  Reflorestamento
-  Agricultura

(Baseado na interpretação de
Imagens Satélite LANDSAT 5)

M.M.L. CARUZO

que compreendam áreas extensas, onde o detalhe é abandonado, e o que importa é a visão do conjunto, a generalização, a captação do padrão predominante, as imagens orbitais se constituem em material extremamente útil.

A interpretação de imagens de satélites com o apoio de fotografias aéreas e a verificação de campo, constitui ferramenta que possibilita a obtenção de resultados a curto prazo sobre extensas regiões, o que, num país com as dimensões e a carência de informações e em constantes modificações em sua paisagem como o Brasil, é de suma importância.

Lamentavelmente, devido a falta de infra-estrutura básica (laboratórios) e verbas para pesquisas, as nossas universidades estão ainda apenas iniciando trabalho e formação de pessoal especializado nessa técnica, que será sem dúvida uma das mais utilizadas no final deste e no próximo século.

O tratamento de imagens com a utilização da informática é um campo que a Universidade terá que assumir sob pena de ficar aquém das inovações tecnológicas que as empresas privadas já dominam, ou pelo menos já iniciaram, com a utilização de hardware e software.

A tecnologia, que já vem sendo desenvolvida e aplicada em outros países há vinte anos, tem no Brasil uma utilização incipiente, e está restrita a um número muito pequeno de profissionais.

Bibliografia

AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of Color Aerial Photography**. Virginia, 1968.

_____. **Manual of Remote Sensing**. Virginia: Falls Church, 1975.

CARUSO, Mariléa Martins Leal. Colonização e Evolução do Desmatamento da Araucária em Santa Catarina - Brasil. **Anais do II Encontro de Geógrafos de América Latina**. IV volume, Montevideo, 1989. p.213-220.

- CASSOL, R. Identificação e Capacidade de Discriminação do Uso da Terra, através da Interpretação Visual, entre as Bandas Espectrais do TM LANDSAT 5. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais da UFPR, Curitiba, 1988.
- HERNANDEZ FILHO, Pedro. Metodologia da Análise Visual de Dados de Sensoriamento Remoto - Vegetação. São José dos Campos: INPE, 1986.
- LILLESAND, T.M. e KIEFER, R.W. Remote Sensing and image interpretation. New York (N.Y.): John Wiley, 1976.
- MARCHETTI, A.B. y GARCIA, G.J. Princípios de Fotogrametria e Fotointerpretação. São Paulo: Nobel, 1978.
- PEREIRA, M.N.; KURKIDJIAN, M.L.O. e FORESTI, C. Cobertura e Uso da Terra através de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: INPE, 1989.
- QUEIROZ, Maurício Vinhas de. Messianismo e Conflito Social (A Guerra Sertaneja do Contestado: 1912-1916). 2.ed. São Paulo: Ática, 1977.
- REVISTA LANDSAT. EART. Lanham: Maryland, 1987.
- STEFFEN, C.A. et al. Sensoriamento Remoto: Princípios Físicos, Sensores e Produtos e, Sistemas Landsat. São José dos Campos: INPE, 1981.
- VALERIANO, D.M. Interação da Radiação Solar com a Vegetação. São José dos Campos: INPE, 1988.