

# MONITORAMENTO DE ÁREAS REFORESTADAS ATRAVÉS DE ANÁLISE DIGITAL DE DADOS TM

David Chung Liang Lee  
Pedro Hernandez Filho  
Yosio Edemir Shimabukuro  
Instituto de Pesquisas Espaciais  
Ministério da Ciência e Tecnologia  
Caixa Postal 515, 12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo acompanhar a evolução das mudanças ocorridas em áreas reforestadas durante o período de 1986 a 1987 na Fazenda Campininha e no Horto Santa Terezinha pertencentes ao Instituto Florestal de São Paulo e Champion Celulose e Papel, respectivamente. Para isso, foram utilizadas fitas CCT's do TM do satélite LANDSAT-5, que foram registradas e analisadas simultaneamente pelo sistema I-100 considerando o programa "Interseção de Temas" e a classificação multitemporal. Os resultados alcançados permitiram observar as áreas de Pinus spp e Eucalyptus spp que foram cortadas e, também, verificar aquelas que foram alteradas pelo acréscimo de reforestamento.

## ABSTRACT

The objective of this study is to develop and evaluate a method of computer processing of the LANDSAT-TM digital data to monitor the detectable changes of the reforestation areas during the years 1986 and 1987. The study area includes the Campininha pine experimental station of Forestry Institute of São Paulo State and the Santa Terezinha eucalypt plantation of the Champion Celulose and Paper Company. For this study, the LANDSAT-TM CCTs were processed with the IMAGE-100 interactive multispectral analyzer by means of "Themes Intersection" function and multitemporal classification. The results showed the changes of the areas of Pinus spp and Eucalyptus spp and also the clear cuttings of the plantation forest.

## 1. INTRODUÇÃO

O reforestamento é uma atividade que apresenta modificações em suas áreas decorrentes da sua implantação e de seu manejo. Eventos episódicos, tais como, ocorrência de fogo e geada também tem provocado alteração na cobertura vegetal resultando em graves prejuízos nestas áreas.

A tecnologia de sensoriamento remoto tem demonstrado a sua eficiência no monitoramento das áreas de reforestamento, como pode ser observado nos trabalhos realizados por Hernandez Filho e Shimabukuro (1978, 1982), Hernandez Filho et al. (1982).

A análise digital de imagens do satélite LANDSAT, de épocas diferentes, ajustadas espacialmente por procedimento de registro de imagem tem sido utilizado recentemente para a detecção de mudanças como pode ser observada em trabalhos de Hernandez Filho e Saraiva (1986) e Medeiros (1987).

O objetivo deste trabalho é analisar simultaneamente imagens do sensor mapeador temático (TM) do LANDSAT, de duas datas distintas, utilizando o programa Interseção de Temas e também o critério de classificação multitemporal, e com isto classificar as áreas reforestadas com Pinus e Eucalyptus que tiveram modificação no período observado.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 - ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no município de Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, com preendida entre os meridianos de 47°00' e 47°15' de longitude oeste e os paralelos 22°05' e 22°20' de latitude sul (Figura 1), e possui áreas reforestadas com os gêneros Pinus pertencentes ao Instituto Florestal de São Paulo (Fazenda Campininha), e Eucalyptus da Champion Celulose e Papel (Horto Santa Terezinha).

Informações complementares sobre solos, geologia, clima e vegetação podem ser encontradas no trabalho de Hernandez Filho e Shimabukuro (1978).

A órbita/ponto 220/75-D do satélite LANDSAT-5 abrangem a área de estudo, conforme é observado na Figura 1.

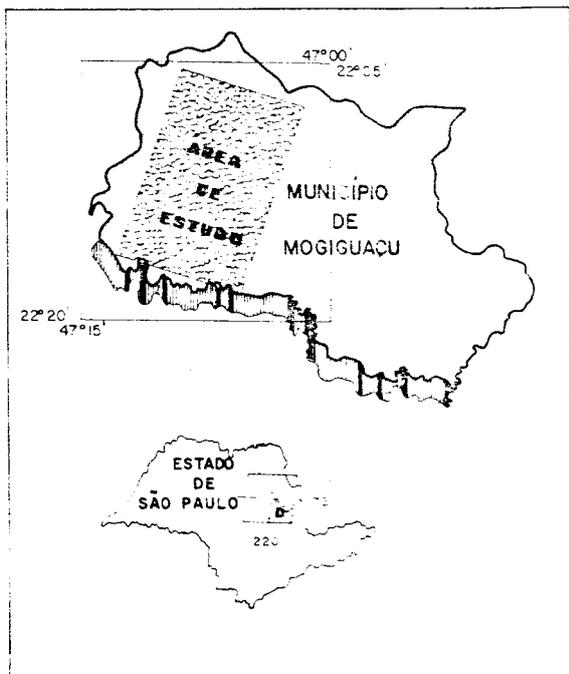


Fig. 1 - Localização da área de estudo e a respectiva imagem LANDSAT que a cobre.

## 2.2 - MATERIAL E DADOS AUXILIARES

A análise digital foi realizada no sistema IMAGE-100 (analisador de Imagens Multiespectrais) do INPE.

Neste trabalho, foram utilizadas as imagens do TM/LANDSAT, em fitas compatíveis com o computador (CCT's), das passagens de 14/09/1986 e 03/10/1987.

Os dados contidos em mapas das áreas de reflorestamentos das fazendas Campininha e Horto Santa Terezinha foram utilizados para estabelecer dados de referência.

## 2.3 - ABORDAGEM METODOLÓGICA

A análise digital no Sistema I-100, avaliando as mudanças nos reflorestamentos da área de estudo foi realizada utilizando-se os dados do TM adquiridos em dois anos consecutivos (1986 e 1987). As mudanças que podem ocorrer são: 1) áreas reflorestadas que foram cortadas e 2) áreas cortadas que foram reflorestadas. Baseado em experiências anteriores com MSS (Multispectral Scanner) foram utilizados somente as bandas 3 e 4 do TM (para cada imagem) que correspondem as bandas 5 e 7 do MSS largamente utilizadas para o estudo de vegetação.

Para esse estudo foram consideradas duas abordagens: interseção de temas e classificação multitemporal.

No primeiro método, interseção de temas, as imagens das duas passagens foram analisadas individualmente e então foi feita a interseção dos temas classificados, gerando uma classificação das classes de interesse.

Por outro lado, no método de classificação multitemporal as imagens das duas passagens foram analisadas simultaneamente gerando uma classificação com as classes de interesse.

Para aplicar esses dois métodos é necessário as seguintes etapas: registro de imagens, análise digital e apresentação de resultado.

### 2.3.1 - REGISTRO DE IMAGENS

O registro das imagens das duas passagens foi feita utilizando-se o programa SISREG (INPE-DSC-LTID, 1985). Para analisar a qualidade do registro obtido foi utilizado o programa REGMED (INPE-DSC-LTID, 1985) que determina a precisão técnica do registro através do desvio médio, calculado para um arquivo de pontos de teste, diferentes dos pontos de controle utilizados no registro das imagens.

### 2.3.2 - ANÁLISE DIGITAL DAS IMAGENS

Com base nos mapas das fazendas fêz-se a transferência dos limites da área de estudo para a imagem através da utilização do programa TRAÇO, implementado no sistema IMAGE-100. Em cada data (1986 e 1987) foram selecionadas amostras de cada classe definidas na tabela de referência (Tabela 1), utilizando o algoritmo de classificação SINGLE CELL. As áreas de cada classe foram estimadas através do programa AREA. Os resultados da classificação, em cada data, foram armazenados em temas do sistema IMAGE-100.

No procedimento "Interseção de Temas" foram comparados os temas obtidos em cada data originando outros temas resultantes das modificações ou não verificadas no período considerado. A quantidade e qualidade das mudanças ocorridas em áreas reflorestadas durante o período de 1986 a 1987 foram também estimadas através do programa "interseção de temas".

No procedimento "Classificação Multitemporal" foi feita uma classificação utilizando simultaneamente as bandas TM-3 e TM-4 dos anos de 1986 e 1987. Utilizando a mesma sistemática de análise de imagem adotada para cada data foram obtidas as mesmas classes alcançadas no procedimento interseção de temas.

A fase de avaliação consistiu na comparação dos resultados obtidos pelos dois procedimentos e os dados de referência obtidos dos mapas das fazendas do Instituto Florestal de São Paulo e da Champion Celulose e Papel. Estes resultados são apresentados em tabelas de continência de mudanças.

TABELA 1

TABELA DE CONTINGÊNCIA DAS ÁREAS DAS CLASSES DE MUDANÇAS DA COBERTURA FLORESTAL  
ENTRE OS ANOS DE 1986 E 1987

DADOS DE REFERÊNCIA

|                             |        | Em ha      |                 |            |
|-----------------------------|--------|------------|-----------------|------------|
| CLASSES 1987 \ CLASSES 1986 | PINUS  | EUCALYPTUS | REFLOR. CORTADO | TOTAL 1986 |
| Pinus                       | 2178,4 | -          | 20,9            | 2199,3     |
| Eucalyptus                  | -      | 1570,9     | 434,4           | 2005,3     |
| Reflorestamento Cortado     | -      | 661,4      | 38,3            | 699,7      |
| Total 1987                  | 2178,4 | 2232,3     | 493,6           | 4904,3     |

### 2.3.3 - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

A tabela de contingência (contingency table, Baltaxe, 1985) de mudança das áreas apresenta todas as classes obtidas nas duas datas. Os valores apresentados nas linhas são áreas estimadas correspondentes às classes obtidas na primeira data. Os valores apresentados nas colunas são as áreas estimadas correspondentes às classes obtidas para a última data. Esta tabela permite mostrar a dinâmica da cobertura florestal em qualquer localidade durante período de tempo.

Foi elaborada uma tabela de contingência (Tabela 1) a partir de dados das empresas reflorestadoras mostrando as mudanças quantitativas e qualitativas que ocorreram nas áreas reflorestadas entre os anos de 1986 e 1987 (dados de referência). Para melhor entender a Tabela 1, por exemplo, a classe Pinus tinha 2.199,3ha em 1986 dos quais foram cortados 20,9ha restando 2.178,4ha em 1987.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 - AVALIAÇÃO DO REGISTRO DE IMAGENS

Tanto na classificação multitemporal como na interseção de temas é importante que os pontos das imagens das duas datas que representam o mesmo objeto coincidam espacialmente. No registro das imagens das duas passagens considerou-se como padrão a imagem de 1987 e como distorcida a imagem de 1986. Para a realização do registro foram escolhidos 45 pontos de controle, cujas coordenadas são mostradas na Tabela 2. Estes pontos foram selecionados para obter os coeficientes do polinômio utilizados para o registro de imagem. Neste caso a qualidade do registro mostrou que o polinômio de 2º grau foi aquele que apresentou o melhor resultado. Os pontos da Tabela 3 foram utilizados para

avaliar a qualidade do registro utilizando o polinômio do 2º grau.

#### 3.2 - CLASSIFICAÇÃO

A análise digital dos dados TM na área de estudo, foi realizada, levando em consideração dados auxiliares contidos em mapas da fazenda Campininha e do Horto Santa Terezinha. Baseado nisso, foram consideradas previamente as seguintes classes:

- Pinus: Área reflorestada com o gênero Pinus, composto principalmente das espécies *P. elliotti*, *P. oocarpa*, *P. taeda*, *P. patula* e *P. caribae hondurensis*, com idade que varia de 7 a 30 anos.
- Eucalyptus: Área reflorestada com o gênero Eucalyptus composto principalmente das espécies *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*, com os plantios de 1ª, 2ª e 3ª rotação.
- Reflorestamento cortado: Área de reflorestamento que foram cortadas.

Estas três classes, no período observado, produzem seis combinações conforme mostrado na Figura 2.

#### 3.3 - COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

As Tabelas 4 e 5 apresentam os resultados da mudança das áreas reflorestadas (Pinus e Eucalyptus) e reflorestamento cortado, entre 1986 e 1987 obtidos pela análise digital dos dados TM/LANDSAT utilizando os métodos "Interseção de Temas" e "Classificação Multitemporal", respectivamente. A última coluna em ambas as tabelas mostram as áreas (ha) das três classes no ano de 1986 e a última linha apre

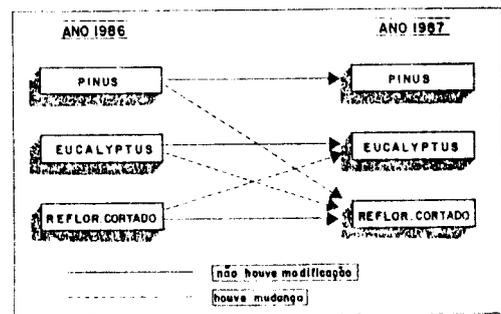
**TABELA 2**  
**PONTOS DE CONTROLES PARA REGISTRO**

| PONTOS | COORDENADAS DOS PONTOS |     |                         |     |
|--------|------------------------|-----|-------------------------|-----|
|        | PADRÃO<br>IMAGEM 1987  |     | AJUSTADA<br>IMAGEM 1986 |     |
|        | (X)                    | (Y) | (X)                     | (Y) |
| 1      | 459                    | 423 | 463                     | 425 |
| 2      | 200                    | 423 | 202                     | 423 |
| 3      | 199                    | 85  | 200                     | 85  |
| 4      | 436                    | 60  | 438                     | 60  |
| 5      | 175                    | 312 | 177                     | 310 |
| 6      | 318                    | 249 | 320                     | 249 |
| 7      | 60                     | 162 | 61                      | 161 |
| 8      | 49                     | 323 | 50                      | 323 |
| 9      | 200                    | 86  | 202                     | 86  |
| 10     | 466                    | 98  | 468                     | 98  |
| 11     | 434                    | 196 | 436                     | 196 |
| 12     | 318                    | 248 | 320                     | 248 |
| 13     | 234                    | 202 | 236                     | 202 |
| 14     | 174                    | 178 | 176                     | 178 |
| 15     | 48                     | 248 | 48                      | 248 |
| 16     | 82                     | 288 | 82                      | 288 |
| 17     | 164                    | 288 | 166                     | 288 |
| 18     | 278                    | 360 | 280                     | 360 |
| 19     | 468                    | 388 | 470                     | 388 |
| 20     | 412                    | 360 | 416                     | 360 |
| 21     | 206                    | 374 | 208                     | 374 |
| 22     | 442                    | 418 | 442                     | 420 |
| 23     | 274                    | 294 | 274                     | 294 |
| 24     | 146                    | 428 | 148                     | 428 |
| 25     | 182                    | 328 | 184                     | 328 |
| 26     | 252                    | 238 | 254                     | 238 |
| 27     | 342                    | 362 | 344                     | 362 |
| 28     | 274                    | 294 | 274                     | 294 |
| 29     | 146                    | 428 | 148                     | 428 |
| 30     | 120                    | 234 | 120                     | 234 |
| 31     | 56                     | 296 | 56                      | 296 |
| 32     | 92                     | 280 | 92                      | 280 |
| 33     | 90                     | 448 | 90                      | 448 |
| 34     | 494                    | 372 | 496                     | 372 |
| 35     | 384                    | 100 | 386                     | 100 |
| 36     | 228                    | 420 | 230                     | 420 |
| 37     | 296                    | 474 | 298                     | 474 |
| 38     | 382                    | 446 | 384                     | 448 |
| 39     | 354                    | 456 | 356                     | 456 |
| 40     | 366                    | 218 | 368                     | 218 |
| 41     | 468                    | 218 | 468                     | 218 |
| 42     | 116                    | 206 | 116                     | 206 |
| 43     | 156                    | 88  | 156                     | 86  |
| 44     | 92                     | 492 | 92                      | 492 |
| 45     | 498                    | 394 | 500                     | 396 |

**TABELA 3**  
**PONTOS UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO REGISTRO**

| PONTOS | COORDENADAS DOS |     |             |     |          |     |
|--------|-----------------|-----|-------------|-----|----------|-----|
|        | PADRÃO          |     | DISTRORCIDA |     | AJUSTADA |     |
|        | (X)             | (Y) | (X)         | (Y) | (X)      | (Y) |
| 1      | 239             | 286 | 237         | 287 | 237      | 287 |
| 2      | 306             | 349 | 305         | 351 | 304      | 351 |
| 3      | 290             | 233 | 289         | 233 | 289      | 234 |
| 4      | 385             | 185 | 383         | 186 | 384      | 186 |
| 5      | 140             | 182 | 139         | 182 | 138      | 183 |
| 6      | 368             | 51  | 368         | 53  | 368      | 51  |
| 7      | 268             | 385 | 266         | 388 | 266      | 387 |
| 8      | 312             | 320 | 311         | 322 | 310      | 322 |
| 9      | 336             | 175 | 335         | 176 | 335      | 176 |
| 10     | 209             | 478 | 207         | 481 | 206      | 480 |
| 11     | 221             | 440 | 220         | 442 | 219      | 442 |
| 12     | 256             | 201 | 255         | 201 | 255      | 202 |

Desvio médio em X = 0,50 pixels  
Desvio médio em Y = 0,58 pixels  
Desvio padrão em X = 0,52 pixels  
Desvio padrão em Y = 0,67 pixels



**Fig. 2 - Dinâmica observada durante o período estudado.**

**TABELA 4**  
**ESTIMATIVA DE ÁREAS (ha) DAS MUDANÇAS OCORRIDAS ENTRE OS ANOS DE 1986 E 1987 UTILIZANDO O PROCEDIMENTO "INTERSEÇÃO DE TEMAS"**

| CLASSES 1986 \ CLASSES 1987 | CLASSES 1987 |            |                 | TOTAL 1986 |
|-----------------------------|--------------|------------|-----------------|------------|
|                             | PINUS        | EUCALYPTUS | REFLOR. CORTADO |            |
| Pinus                       | 1762,0       | -          | 26,8            | 1788,8     |
| Eucalyptus                  | -            | 1421,6     | 410,5           | 1832,1     |
| Reflor. Cortado             | -            | 813,6      | 63,1            | 876,7      |
| Total 1987                  | 1762,0       | 2235,2     | 500,4           | 4497,6     |

**TABELA 5**  
**ESTIMATIVA DE ÁREAS (ha) DAS MUDANÇAS OCORRIDAS ENTRE OS ANOS DE 1986 E 1987 UTILIZANDO O PROCEDIMENTO "CLASSIFICAÇÃO MULTITEMPORAL"**

| CLASSES 1986 \ CLASSES 1987 | CLASSES 1987 |            |                 | TOTAL 1986 |
|-----------------------------|--------------|------------|-----------------|------------|
|                             | PINUS        | EUCALYPTUS | REFLOR. CORTADO |            |
| Pinus                       | 1714,7       | -          | 20,9            | 1735,6     |
| Eucalyptus                  | -            | 1482,6     | 423,7           | 1906,3     |
| Reflor. Cortado             | -            | 689,2      | 36,0            | 725,2      |
| Total 1987                  | 1714,7       | 2171,8     | 480,6           | 4367,1     |

sentam as áreas (ha) das mesmas classes no ano de 1977. Os valores dentro da tabela indicam seis combinações nas áreas reflorestadas ocorridas no período considerado.

As Tabelas 6 e 7 mostram os resultados da comparação entre as áreas obtidas através de dados de referência e os dados obtidos pela análise digital utilizando os dois métodos. Verifica-se na Tabela 6 que as diferenças relativas para a classe Pinus (-18,66%) em 1986 e (-19,11%) em 1987 apresentaram valores abaixo do esperado. Esta diferença é explicada pelo erro de classificação nas imagens de 1986 e 1987 e também pelo fato da presença de muitos corredores internos e largos, contribuindo para o aparecimento de erros quando se aplicou o registro de imagens e posteriormente utilizou o programa interseção de temas. Tal fato, ocorreu também no método de classificação multitemporal, cujos valores apresentaram para a classe Pinus (-21,08%) em 1986 e (-21,29%) em 1987 (Tabela 7).

A classe Eucalyptus apresentou resultados melhores do que a classe Pinus, nos dois métodos aplicados, em razão da sua classificação ter sido bem melhor nas imagens de 1986 e 1987 e também em virtude da presença de um menor número de corredores e assim não permitindo que a influência destes fosse maior nesta classe.

A classe Reflorestamento Cortado (+3,64%) em 1986 e (-2,63%) em 1987 apresentou uma classificação razoável utilizando método classificação multitemporal. Todavia, esta classe apresentou uma diferença relativa de +25,30% em 1986 quando utilizou o método interseção de temas. Este desempenho abaixo do esperado reflete o mau desempenho obtido na classificação da imagem de 1986.

De um modo geral, as classificações obtidas pela utilização dos dois métodos foram semelhantes (-10,95% e -8,29%), apresentando pequenas diferenças entre si.

**TABELA 6**  
**RESULTADOS COMPARATIVOS DAS ÁREAS FLORESTADAS OBTIDAS PELA INTERSEÇÃO DE TEMAS**  
**COM OS DADOS DE REFERÊNCIA**

| CLASSES         | DADOS DE REFERÊNCIA (ha) |        | INTERSEÇÃO DE TEMAS (ha) |        | DIFERENÇA EM ha (II) - (I) |        | DIFERENÇA RELATIVA $\frac{(II) - (I)}{(I)} 100 (\%)$ |        |
|-----------------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|----------------------------|--------|--|--------|
|                 | (I)                      |        | (II)                     |        | (III)                      |        | (IV)   |        |
|                 | 86                       | 87     | 86                       | 87     | 86                         | 87     | 86   | 87     |
| Pinus           | 2199,3                   | 2178,4 | 1788,8                   | 1762,0 | -410,5                     | -416,4 | -18,66   | -19,11 |
| Eucalyptus      | 2005,3                   | 2232,3 | 1832,1                   | 2235,2 | -173,2                     | +2,9   | -8,64  | +0,13  |
| Reflor. Cortado | 699,7                    | 493,6  | 376,7                    | 500,4  | +177,0                     | +6,8   | +25,30   | +1,38  |
| Total           | 4904,3                   | 4904,3 | 4497,6                   | 4497,6 |                            |        |  |        |

$$\text{Diferença Relativa Geral} = \frac{(II) - (I)}{(I)} 100 = -8,29\%$$

**TABELA 7**  
**RESULTADOS COMPARATIVOS DAS ÁREAS FLORESTADAS OBTIDAS PELA CLASSIFICAÇÃO**  
**MULTITEMPORAL COM OS DADOS REFERÊNCIA**

| CLASSES         | DADOS DE REFERÊNCIA (ha) |        | CLASSIFICAÇÃO MULTITEMPORAL (ha) |        | DIFERENÇA EM ha |        | DIFERENÇA RELATIVA $\frac{(II) - (I)}{(I)} 100 (\%)$ |        |
|-----------------|--------------------------|--------|----------------------------------|--------|-----------------|--------|--|--------|
|                 | (I)                      |        | (II)                             |        | (III)           |        | (IV)   |        |
|                 | 86                       | 87     | 86                               | 87     | 86              | 87     | 86   | 87     |
| Pinus           | 2199,3                   | 2178,4 | 1735,6                           | 1714,7 | -463,7          | -463,7 | -21,08   | -21,29 |
| Eucalyptus      | 2005,3                   | 2232,3 | 1906,3                           | 2171,8 | -99,0           | -60,5  | -4,94  | -2,71  |
| Reflor. Cortado | 699,7                    | 493,6  | 725,2                            | 480,6  | +25,5           | -13,0  | +3,64  | -2,63  |
| Total           | 4904,3                   | 4904,3 | 4367,1                           | 4367,1 |                 |        |  |        |

$$\text{Diferença Relativa Geral} = \frac{(II) - (I)}{(I)} 100 = -10,95\%$$

#### 4. CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos, permitiram chegar as seguintes conclusões:

- A tabela de contingência é uma boa forma de mostrar as mudanças qualitativas e quantitativas das áreas reflorestadas.
- Os dados do sensor TM, do satélite LANDSAT-5, com características multiespectrais e repetitivas, armazenados em CCT's e analisados pela IMAGE-100, possibilitaram uma rápida e segura estimativa das áreas de mudanças.
- Tanto o procedimento "interseção de temas" como a "classificação multitemporal" permitiram a classificação das seguintes classes: Pinus 86 - Pinus 87, Eucalyptus 86 - Eucalyptus 87, Eucalyptus 86 - Reflor. cortado 87, Pinus 86 - Reflor. cortado 87, Reflor. cortado 86 - Eucalyptus 87, Reflor. cortado 86 - Reflor. cortado 87.
- Os dois procedimentos (interseção de temas e classificação multitemporal) utilizados para a classificação de classes de mudança apresentaram pequena diferença entre ambos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALTAXE, R. *Guidelines for Tropical Forest Cover Monitoring Based on Remote Sensing*. FAO, 1985 (GCP/RAS/106/JPN Field Document 6).
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y.E. *Estabelecimento de Metodologia para Avaliação de Povoamentos Florestais Artificiais, utilizando-se dados de LANDSAT*. São José dos Campos, Jun., 1987. (INPE-1271-TPT/089).
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y.E. (1982). Monitoramento de áreas reflorestadas através dos dados do LANDSAT. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2.*, Brasília-DF, 10-14 mai. 1982. Anais. São José dos Campos, INPE. v.3, p.787-792.
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y.E.; MEDEIROS, J.S.; ASSIS, O.R. (1982). *Relatório das atividades do projeto IBDF/INPE (Subprojeto Reflorestamento) durante o ano de 1981*. São José dos Campos, INPE. 46p. (INPE-2434-RTR/014).
- HERNANDEZ FILHO, P.; SARAIVA, I.R. (1986). Análise Temporal das Alterações na Vegetação do Parque Estadual de Jacupiranga através de Tratamento Digital das Imagens LANDSAT. In: *Simpósio Latino-Americano de Sensoriamento Remoto, Gramado, RS. 10-15 agosto 1986*. Anais. v.1, P. 785-791.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. Divisão de Suporte Computacional. Laboratório de Tratamento de Imagens Digitais. (INPE-DSC-LTID). *Sistemas de tratamento de imagens digitais, Manual de usuário*. São José dos Campos, Nov., 1985.
- MEDEIROS, J.S. DE. *Desenvolvimento Metodológico para a Detecção de Alterações da Cobertura Vegetal através da Análise Digital de Dados*

MSS LANDSAT. São José dos Campos, Fevereiro de 1987. (INPE-4123-TDL/262).