

"APLICAÇÃO DE IMAGENS TM/LANDSAT NA ANÁLISE TEMPORAL
DO USO DA TERRA A NÍVEL DE IMÓVEL RURAL"

Renato Zorzenon dos Santos
Francisco José Mendonça
Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE
Av. Dr. João Guilhermino, 429 - 11º Andar
12245 - São José dos Campos-SP, Brasil

Célio Coelho das Neves
Luiz Guimarães Azevedo
Ministério do Desenvolvimento e Reforma Agrária - MIRAD
Palácio do Desenvolvimento, 22º Andar - Brasília - DF

Paulo Roberto Martini
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Ministério da Ciência e Tecnologia
Caixa Postal 515, 12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Utilizando a propriedade oferecida pelas imagens orbitais em resgatar, do passado, informações sobre o uso/cobertura do solo, o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE) e o Ministério da Reforma e do Desenvolvimento Agrário (MIRAD) vêm desenvolvendo trabalhos, que consistem basicamente em utilizar Imagens TM/LANDSAT como instrumento de apoio para a constatação do tipo de vegetação existente no interior de imóveis rurais. Esta constatação é feita através da análise da situação do imóvel em 03 (três) épocas distintas ou mais, formando assim, um histórico das variações ocorridas na cobertura vegetal do terreno, que permite caracterizar a intensidade de uso do solo. A partir das bandas 3 e 4 das imagens TM/LANDSAT 1:100.000 e/ou 1:50.000 é feita a análise espectral, de onde são extraídos os seguintes temas: áreas com predominância de vegetação arborea densa, áreas com vegetação herbácea/arbustiva espontânea de porte baixo e áreas cultivadas. Os resultados, apresentados em croquis na escala 1:50.000, se mostraram bastante satisfatórios no que diz respeito à aplicação efetiva de Imagens TM/LANDSAT como instrumento auxiliar para a tomada de decisão sobre a intensidade de uso do solo a nível de imóvel rural.

ABSTRACT

LANDSAT imagery have been used to support temporal analysis in order to depict vegetation cover and land-use changes in rural sites and farmlands of Brazil. This project is been undertaken through an agreement between INPE, FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais and the Brazilian Ministry for Land Reform and Settlement (MIRAD). This paper describes the main aspects of the methodology as follow: i) selection of three satellite passdays to extract the temporal changes in land cover and land use; ii) generation of TM3 and 4 hard copies in 100.000 and 50.000 scales; iii) spectral analysis to discriminate land cover patterns like crop, grass, shrub and dense vegetation. Results have shown that LANDSAT imagery are very adequate for decision making on the selection of rural sites for land reform and settlement.

1 - INTRODUÇÃO

Tendo em vista a possibilidade oferecida pelas imagens TM/LANDSAT em registrar dados históricos sobre a cobertura vegetal, o Ministério da Reforma e do Desenvolvimento Agrário (MIRAD), vem se utilizando deste instrumento para constatação do tipo de cobertura vegetal existente no interior dos imóveis rurais que são objetos de desapropriação. Os trabalhos foram conduzidos pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE).

A escolha das imagens TM/LANDSAT, deveu-se não só as vantagens oferecidas por estes produtos na detecção de alvos, mas também devido a possibilidade de realizar a avaliação de até 8 imóveis em apenas 45 dias, o que significa que os trabalhos podem ser feitos em tempo hábil para serem incorporados ao processo desapropriatório.

Esta avaliação é feita através da análise visual das imagens, o que permite caracterizar as condições da cobertura vegetal em três datas distintas, tomando-se como referência a data da vistoria do imóvel efetuada pelos técnicos do MIRAD; tais informações permitem inferir sobre a intensidade de uso do solo no interior dos mesmos.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados 32 imóveis rurais, localizados nos Estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia.

2.1 - INFORMAÇÕES SOBRE OS LIMITES DO IMÓVEL

Numa primeira fase dos trabalhos, a Superintendência Estadual do MIRAD, ao propor as áreas objeto de estudo, forneceu os limites dos imóveis plotados em cartas topográficas na escala de 1:50.000 ou 1:100.000, e também um croqui; geralmente em escala 1:20.000.

Estas informações visam basicamente a localização das áreas tanto a nível regional como a nível de detalhe.

2.2 - SELEÇÃO DAS IMAGENS

De posse dos limites dos imóveis, foram identificadas as cenas que recobrem as áreas de interesse.

As imagens selecionadas foram adquiridas em papel preto e branco nas escalas 1:500.000 (banda 3), 1:250.000 (banda 3), 1:100.000 (banda 3 e 4), e ainda um produto especial colorido na escala 1:50.000. As imagens nas escalas 1:500.000 e 1:250.000 foram utilizadas como suporte para a localização exata da propriedade. As imagens na escala de 1:100.000 foram utilizadas para extrair as informações

das condições da cobertura vegetal em três datas distintas, selecionadas de modo a corresponder: 1) à data mais próxima da vistoria; 2) a uma data mais próxima do ano agrícola imediatamente anterior à vistoria, e, 3) a uma data no ano agrícola mais recente.

O produto especial, apresentado na escala 1:50.000, teve por finalidade permitir que se observe as condições da vegetação no imóvel em data próxima à vistoria, sob a forma de um produto colorido normal, de fácil visualização por parte daquelas pessoas que não familiarizadas com imagens LANDSAT.

2.3 - ANÁLISE DAS IMAGENS

Os procedimentos de interpretação, levaram em consideração, além das características espectrais (análise das bandas 3 e 4) e da conformação geométrica das glebas, aspectos inerentes à época de tomada da cena, considerando-se as variações sazonais que influenciam a paisagem geral da região (Santos et alii, 1981).

Para os objetivos propostos por este trabalho, ou seja, a caracterização das condições da cobertura vegetal sobre a superfície, já se tem uma metodologia testada e definida (Tardin et alii, 1984; Ponzoni et alii, 1986; Mendonça et alii, 1986; Luchiari, 1986). A associação da banda 3 do sensor TM (que capta energia na faixa do comprimento de onda do vermelho, de 0,63 à 0,69 μm) e da banda 4 (que capta energia na faixa do infravermelho, de 0,76 à 0,90 μm) são recomendadas para a identificação dos alvos desejados. Com efeito, a banda 3 possibilita a separação das áreas com vegetação das sem vegetação, bem como enfatiza o contraste entre tipos diferentes de vegetação, além de permitir a identificação de rodovias e áreas urbanas. Por outro lado, a banda 4 auxilia na discriminação de corpos de água e também de possíveis alterações na estrutura da vegetação e condições gerais de relevo.

2.4 - DEFINIÇÃO DA LEGENDA

A definição dos alvos a serem identificados, foi feita de modo a atender os interesses do MIRAD, e, ao mesmo tempo, respeitar as limitações oferecidas pelas imagens no que diz respeito à extração de informações a partir dos produtos oriundos do sensor TM. Assim, sendo, ficou estabelecida a seguinte legenda:

- Área da mata - caracterizada pela presença de vegetação arbórea densa.
- Área cultivada - caracterizada pela presença de culturas forrageiras, em formação e/ou solo

exposto. Nesta classe estão incluídas as áreas de pastagem em bom estado de conservação.

- . Área drenada com vegetação herbácea arbustiva espontânea - caracterizada pela presença de vegetação herbácea arbustiva em áreas drenadas (natural ou artificialmente). Nesta classe estão incluídas as áreas de pastagem em mau estado de conservação.
- . Área úmida com vegetação herbácea arbustiva espontânea - caracterizada pela presença de comunidades herbáceas espontânea em áreas inundadas e ou inundáveis.

3 - PRODUTO FINAL

3.1 - LOCALIZAÇÃO DO IMÓVEL NA ESCALA 1:500.000

Das imagens na escala 1:500.000, foram extraídos os principais elementos de drenagem e rodovias em papel poliéster estável, gerando um fotolito transparente onde foram representados os limites das propriedades, para que, quando sobrepostos às imagens, permita uma melhor visualização das regiões onde se situam os imóveis.

3.2 - AMPLIAÇÃO DAS ÁREAS INTERPRETADAS

A situação das propriedades nas três datas consideradas, foram fornecidas na escala 1:50.000. Para tanto, as interpretações (em escala 1:100.000) foram ampliadas através do sistema Karto flex, de fabricação da Carl Zeiss Jena, equipamento de precisão cartográfica cujo sistema ótico permite ampliações do material colocado no fotograma de 2,4 a 12 vezes, graduado em forma contínua, e a ampliação da carta, também contínua, de 0,8 a 4 vezes.

3.3 - APRESENTAÇÃO DOS CROQUIS DOS IMÓVEIS

Para cada uma das três datas analisadas em cada imóvel, foram confeccionados croquis contendo a delimitação dos temas identificados, com as respectivas legendas acompanhadas da proporção relativa de cada tema em relação à área total.

Também foi preparado um croqui adicional, na forma de transparência, a fim de permitir a visualização da situação de cada imóvel na própria imagem colorida correspondente (escala 1:50.000) em data próxima à vistoria.

3.4 - ESTIMATIVA DE ÁREA

A partir da ampliação das interpretações (na escala 1:50.000) foram determinadas as áreas correspondentes a cada tema para as três datas, além da área

total do imóvel.

Para estas determinações, foi utilizada uma mesa digitalizadora, modelo 9874 A da Hewlett Packard, acoplada a um microcomputador EGO que fazem parte do Sistema de Tratamento de Imagens (SITIM 150) desenvolvido pela Engespaço, empresa subsidiária da Funcate.

4 - RESULTADOS

Dos 32 imóveis analisados, 1 se localiza no Estado de Santa Catarina, 3 no Paraná, 5 em São Paulo, 4 no Rio de Janeiro, 13 em Minas Gerais, 5 no Espírito Santo e 1 na Bahia, totalizando 54.582,4 ha. A menor área foi de 213,0 ha, e a maior de 10.596,0 ha.

4.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ÁREAS ESTIMADAS DOS IMÓVEIS

Os procedimentos de ampliação e ajustes dos limites dos imóveis, introduziram algumas distorções no valor de área.

Em 26 imóveis, a diferença entre a área estimada e a área fornecida pelo MIRAD, foi inferior a 5%, sendo que a menor diferença observada foi de apenas 0,5%. Para 3 imóveis, esta diferença variou entre 5 e 10%. Em 2 imóveis atingiu 16%, enquanto que em 1 imóvel chegou a 26,5%.

Em termos gerais, os resultados as estimativas de área, foram satisfatórios (Batista et alii, 1984), e, dentre as variáveis que possivelmente introduziram as diferenças observadas podemos citar: 1) o fato de os limites terem sido fornecidos em cópias heliográficas, que por si já apresentam distorções, 2) as eventuais dificuldades no momento de se identificar os limites nas imagens, 3) as distorções inerentes a própria imagem, 4) a utilização de um equipamento para redução e/ou ampliação dos limites do imóvel, ou ainda, 5) a possível incorreção nas informações sobre os limites dos imóveis.

4.2 - AValiação DOS TEMAS

Com relação aos temas analisados, observou-se uma tendência marcante de aumento das "áreas cultivadas" ao longo das 3 datas analisadas. Praticamente toda a alteração ocorrida com esta classe, foi compensada por uma variação, no sentido oposto nas "áreas drenadas" (ou úmidas) com vegetação herbácea arbustiva espontânea. As "áreas de mata" se mantiveram em grande parte inalteradas nos imóveis analisados no presente trabalho.

Em apenas 6 imóveis ficou constatado uma diminuição na classe relativa às "áreas cultivadas", no entanto, tal diminuição não ultrapassou 5% das áreas

de cada um desses imóveis. Em contrapartida, a incorporação da classe "áreas cultivadas" foi mais significativa, exemplo disso, foi a constatação de um imóvel, onde na primeira data analisada, o mesmo não apresentava qualquer indício de "área cultivada", ao passo que a avaliação da terceira data acusou 85,8% da área do imóvel como pertencente à esta categoria.

A seguir são apresentados, a título de exemplo, 2 dos imóveis analisados com os respectivos valores de área de cada classe identificada em seu interior, bem como os croquis ilustrando a evolução da cobertura do solo ao longo das 3 datas. (Figuras 1 a 6 e Tabelas 1 e 2).

5 - CONCLUSÕES

As imagens TM/LANDSAT se mostraram de grande utilidade para o levantamento de dados históricos sobre a cobertura vegetal a nível de imóvel rural, em áreas superiores a 200 ha.

A tendência de aumento nas "áreas cultivadas" dos imóveis ao longo das três passagens analisadas, já era esperada, e vem confirmar o interesse dos proprietários em se utilizar das terras, como forma de reverter o processo em andamento que visa a desapropriação destes imóveis.

As informações coletadas a partir das três datas, permitiram inferir sobre a intensidade de ocupação do solo, mostrando-se bastante versátil, na medida em que possibilita a obtenção de informações a um custo relativamente baixo e num curto período de tempo (45 dias).

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, G.T.; LIMA, A.M.; TARDIN, A.T.; RUDORFF, B.F.T.; MENDONÇA, F.J.; PINTO, S.A.F.; CHEN, S.C.; DUARTE, V. **Desenvolvimento e teste de um sistema de fiscalização das operações de crédito agrícola do nível de município e de propriedades agrícolas utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto.** São José dos Campos - SP, INPE, 1984 (INPE-3239-RPE/462).
- LUCHIARI, A. **Avaliação de dados obtidos pelo TM/LANDSAT para implantação de projetos e colonização da microrregião do Alto Purus - Estado do Acre.** São José dos Campos - SP, INPE, 1986 (INPE-3007-TDL/226).
- MENDONÇA, F.J.; ROSENTHAL, D.A.; FARIA, K.; COVRE, M.; SANTOS, R.; RODRIGUES, R.L.V. **Canasate - Mapeamento de cana-de-acúcar por satélite - Área III.** São José dos Campos - SP, INPE, 1986 (INPE-4068-RPE/526).

PONZONI, F.J.; HERNANDEZ FILHO, P.; TARDIN, A.T.; LEE, D.C.L.; CUNHA, R.P.; TRINDADE, M.L.B. **Anomalia em vegetação na região do Alto Xingu.** São José dos Campos - SP, INPE, 1986 (INPE-4051-RPE/525).

SANTOS, A.P.; FORESTI, C.; NOVO, E.M.L.M.; NIERO, M.; LOMBARDO, M.A. **Metodologia de interpretação de dados de Sensoriamento Remoto e aplicações no Uso da Terra.** São José dos Campos - SP, INPE, 1981 (INPE-2261-MD/016).

TARDIN, A.T.; BATISTA, G.T.; PALME, U.W. LIMA, A.M. **Avaliação preliminar de dados do TM para identificação e estimativa de áreas de cultura de cana-de-açúcar.** São José dos Campos - SP, INPE, 1986.

FAZENDA BARREIRO II

MUNICÍPIO : Ilurama - MG
 IMAGEM : TM/LANDSAT'S
 ORBITA / PONTO : 222 / 73 S
 DATA : 08/10/84

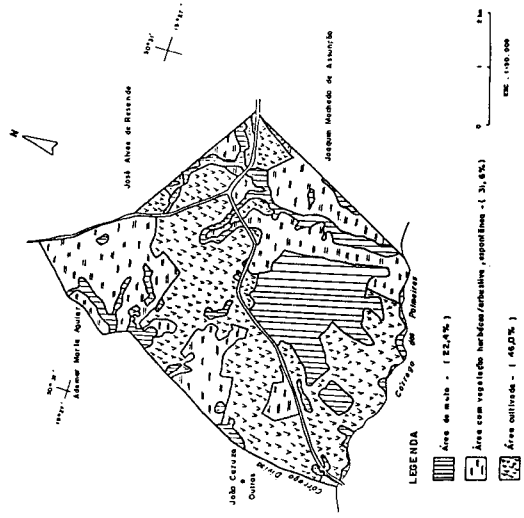


FIG. 1 - Croqui representativo das condições da vegetação na FAZENDA BARREIRO II, analisadas a partir de imagens TM/LANDSAT, indicando o percentual de cada tema da legenda para o dia de 08/10/84.

FAZENDA BARREIRO II

MUNICÍPIO : Ilurama - MG
 IMAGEM : TM/LANDSAT'S
 ORBITA / PONTO : 222 / 73 S
 DATA : 09/09/85

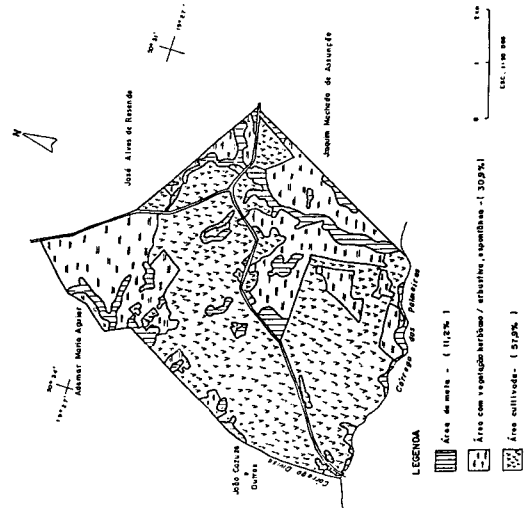


FIG. 2 - Croqui representativo das condições da vegetação na FAZENDA BARREIRO II, analisadas a partir de imagens TM/LANDSAT, indicando o percentual de cada tema da legenda para o dia de 09/09/85.

FAZENDA BARREIRO II

MUNICÍPIO : Ilurama - MG
 IMAGEM : TM/LANDSAT'S
 ORBITA / PONTO : 222 / 73 S
 DATA : 11/06/87

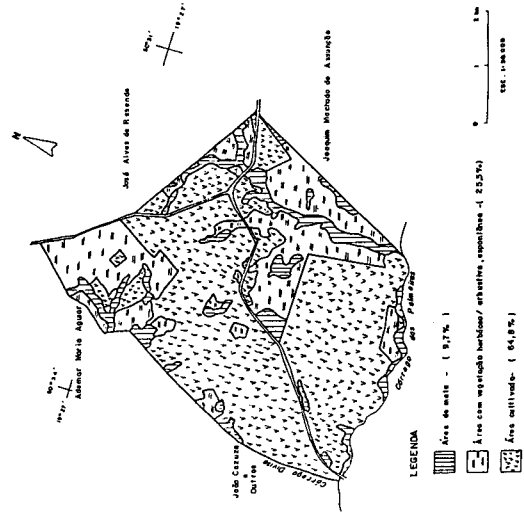


FIG. 3 - Croqui representativo das condições da vegetação na FAZENDA BARREIRO II, analisadas a partir de imagens TM/LANDSAT, indicando o percentual de cada tema da legenda para o dia de 11/06/87.

| NOME DO TEMA | DATA 08/10/84 | | DATA 09/09/85 | | DATA 11/06/87 | |
|---|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | Área (ha) | % | Área (ha) | % | Área (ha) | % |
| Área de mata | 562,1 | 22,4 | 280,4 | 11,2 | 244,8 | 9,7 |
| Área com vegetação herbácea/arbustiva, espontânea | 793,5 | 31,6 | 776,8 | 30,9 | 641,5 | 25,5 |
| Área cultivada | 1.156,3 | 46,0 | 1.454,6 | 57,9 | 1.625,6 | 64,8 |

TABELA 1 - Resultados da avaliação de áreas das imagens da FAZENDA BARREIRO II, obtidos a partir de imagens TM/LANDSAT em tres datas distintas.

FAZENDA SAMARCO

MUNICÍPIO: Linhares - ES
 IMAGEM: TM / LANDSAT 5
 ÓRBITA / PONTO: 215 / N A
 DATA: 22/07/85

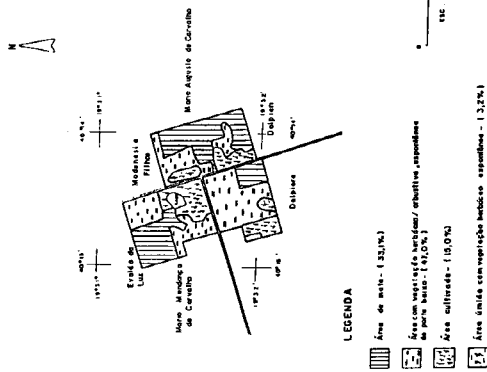


FIG. 4 - Croqui representativo das condições da vegetação no FAZENDA SAMARCO, analisadas a partir de imagens TM / LANDSAT indicando o percentual de cada tema da legenda para a data de 22 / 07 / 85.

FAZENDA SAMARCO

MUNICÍPIO: Linhares - ES
 IMAGEM: TM / LANDSAT 5
 ÓRBITA / PONTO: 215 / N A
 DATA: 25/07/86

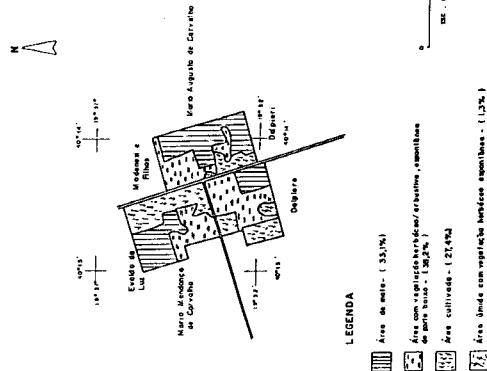


FIG. 5 - Croqui representativo das condições da vegetação no FAZENDA SAMARCO, analisadas a partir de imagens TM / LANDSAT indicando o percentual de cada tema da legenda para a data de 25/07/86.

FAZENDA SAMARCO

MUNICÍPIO: Linhares - ES
 IMAGEM: TM / LANDSAT 5
 ÓRBITA / PONTO: 215 / N A
 DATA: 26/06/87

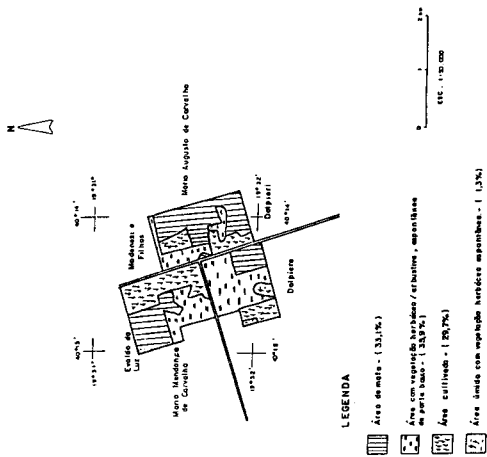


FIG. 6 - Croqui representativo das condições da vegetação no FAZENDA SAMARCO, analisadas a partir de imagens TM / LANDSAT indicando o percentual de cada tema da legenda para a data de 26/06/87.

| NOME DO TEMA | DATA 22/07/85 | | DATA 25/07/86 | | DATA 26/06/87 | |
|--|---------------|-------|---------------|------|---------------|------|
| | Área (ha) | % | Área (ha) | % | Área (ha) | % |
| Área de mata | 165,0 | 33,1 | 165,0 | 33,1 | 165,0 | 33,1 |
| Área com vegetação herbácea/arbustiva/esponácea de porte baixo | 234,6 | 47,0 | 190,5 | 36,2 | 179,3 | 35,9 |
| Área cultivada | 79,4 | 15,9 | 137,0 | 27,4 | 148,2 | 29,7 |
| Área úmida com vegetação herbácea esponácea (Lagosa) | 16,0 | 3,2 | 6,5 | 1,3 | 6,5 | 1,3 |
| | (4,0) | (0,8) | | | | |

TABELA 2 - Resultados da avaliação de áreas dos temas de FAZENDA SAMARCO, obtidos a partir de imagens TM/LANDSAT em três datas distintas.