

## Sensoriamento Remoto na Mata Atlântica Pernambucana

Prof. Dr. Admilson Penha Pachêco  
 Prof. José Jorge de Seixas  
 Prof. Dr<sup>a</sup> . Ana Lúcia Candeias  
 Paulo Sérgio Ivo  
 Fábio Ramos J. Dos Santos

UFPE - Depto. de Engenharia Cartográfica  
 Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, cidade Universitária  
 51010-250 Recife PE  
 Telefax: (081) 2718235  
 ✉ admilpp@npd.ufpe.br

<b>Conteúdo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introdução</li> <li>2. Fundamentação teórica</li> <li>3. Metodologia</li> <li>4. Resultados</li> <li>5. Conclusão e perspectiva</li> <li>6. Referências Bibliográficas</li> </ol>
-----------------	---

**Resumo:** Este Trabalho tem como finalidade a aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto no Levantamento da Mata Atlântica do Estado de Pernambuco definida através da execução de um Plano Piloto, que servirá de base para a implantação de um sistema de vigilância permanente do Complexo da Mata Atlântica do Estado de Pernambuco. A metodologia envolveu a definição dos limites espaciais e levantamento da cobertura vegetal da Mata Dois Irmãos. Para tanto, utilizou-se técnicas de processamento digital de imagens de satélites de sensoriamento remoto. Imagens Landsat/TM-5 da área em estudo foram analisadas no sistema de processamento digital de imagens ERDAS-8.2. Técnicas de interpretação digital de imagens (realce, filtragem e classificação) foram testadas e avaliadas com o objetivo de se extrair informações preliminares sobre a cobertura vegetal da Mata Dois Irmãos. Resultados parciais, apresentados na forma de carta temática, caracteriza o potencial das técnicas de sensoriamento remoto no levantamento preliminar da cobertura vegetal estudada.

**Palavras chaves:** sensoriamento remoto e mata atlântica.

### 1. Introdução

O levantamento do uso da terra é de grande importância, na medida em que os efeitos do uso desordenado causam deterioração no ambiente. Os processos de erosão intensos, as inundações, os assoreamentos desenfreados de reservatórios e cursos d'água são conseqüências do mau uso do solo. O levantamento do uso da terra numa dada região tornou-se um aspecto fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Entretanto, as medidas para o planejamento do uso da terra têm sido, até recentemente, baseadas em informações fragmentadas sobre os efeitos do uso do solo no ambiente.

O acelerado processo de desmatamento da Mata Atlântica forçou os estados brasileiros a criarem em 1988 o Consórcio Mata Atlântica com o objetivo de trocar experiências e somar esforços na otimização dos trabalhos de proteção desse ecossistema buscando o seu reconhecimento como Reserva da Biosfera pela Unesco. Após a concepção de um projeto integrado, os remanescentes de mata atlântica do estado de Pernambuco, e ecossistemas associados ( mangues, restingas, florestas costeiras, e brejos de altitude), juntamente com os remanescentes dos outros Estados nordestinos, tiveram seu reconhecimento como Reserva da Biosfera em 1993.

O processo de destruição da Mata Atlântica teve início durante a colonização. A retirada de espécies vegetais de grande valor econômico e a perseguição a fauna foram os marcos deste processo. Posteriormente, a substituição da cobertura vegetal pela monocultura da cana-de-açúcar tornou a situação particularmente crítica no Nordeste. Outras atividades, como o crescimento populacional desordenado, a retirada de madeira para serrarias e fornos, os loteamentos e projetos turísticos, a expansão da cultura do coco e ampliação de áreas agropecuárias encarregaram-se de reduzir a Mata Atlântica a pequenos remanescentes, que representam aproximadamente de 2 a 3 % de sua distribuição original na região. A sua diminuição contribui para a extinção de várias espécies vegetais e animais. No Estado de Pernambuco a situação não é muito diferente. Estima-se apenas 3 % da cobertura original da Mata Atlântica e seus associados. Este ecossistema vem sofrendo constantes ataques à sua integridade ambiental devido, principalmente, a ação antrópica. Sua vegetação natural está sendo aos poucos substituída por monoculturas, pastagens para o gado ou simplesmente dando lugar a uma vegetação secundária, frente ao contínuo desmatamento ali registrado. Árvores seculares da Zona da Mata vêm sendo utilizadas na fabricação de carvão e lenha, sem que se tenha a preocupação de um uso racional desta atividade. Entre os principais causas do desmatamento estão a agricultura, a pecuária, o extrativismo vegetal para combustão e como fator condicionante estão as estradas que entrecortam a região. Como conseqüência instalou-se uma corrente de desequilíbrios, tais como: extinção de espécies animais e vegetais, diminuição do lençol freático, lixiviação dos nutrientes do solo, erosão das escarpas e degradação do solo.

Neste contexto, o sensoriamento remoto constitui-se numa técnica de grande utilidade, pois permite em curto espaço de tempo a obtenção de uma grande quantidade de informações a respeito de registros de uso da terra. O advento dos satélites de sensoriamento remoto tem favorecido, nos últimos anos, a realização de levantamentos à distância de variações físicas e químicas da superfície terrestre em áreas extensas e inóspitas, favorecendo, principalmente, os mapeamentos e monitoramentos sazonais da superfície da Terra. A composição espectral do fluxo radiante proveniente da superfície da Terra produz informações sobre propriedades físicas,

químicas e biológicas de solos, vegetações e águas que caracterizam o sistema terrestre. A visão sinóptica e as características multiespectral e multitemporal dos sensores orbitais, aliada ao crescente desenvolvimento de sistemas computacionais (*Hardware e Software*) de tratamento digital de imagens, torna o sensoriamento remoto uma tecnologia imprescindível no estudo e na análise das variações ambientais terrestres.

Diante do exposto o objetivo da realização deste trabalho é a de desenvolver preliminarmente o emprego de uma nova concepção tecnológica que seja capaz de solucionar com maior rapidez, maior precisão, menor custo e melhor fidelidade os problemas relacionados com o levantamento da Mata Atlântica do Estado de Pernambuco visando fornecer subsídios para a preservação e controle ambiental.

## 2. Fundamentação teórica

A definição dos limites da Mata Atlântica ainda é controversa, alguns autores definem sua distribuição como restrita a faixa litorânea (Joly et al. 1991; Leitão Filho 1982) enquanto que outros admitem uma penetração para o interior na Região Sudeste.

Segundo a Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "André Tosello" © Base de Dados Tropical ©, a Mata Atlântica está distribuída ao longo de uma grande variação de latitudes, ocupando cerca de trinta graus de latitude, desde seu limite norte até o seu limite sul. Também possui grande variedade altitudes, ocupando áreas desde o nível do mar podendo chegar até aproximadamente três mil metros de altitude no topo das serras. Esta distribuição geográfica ocasiona uma grande variedade ambiental tanto no clima e relevo como no solo além de outros. Por conseqüência, encontramos na Mata Atlântica uma grande variedade de espécies, concentrando neste ecossistema uma parte considerável da biodiversidade de flora e de fauna do Brasil e do mundo.

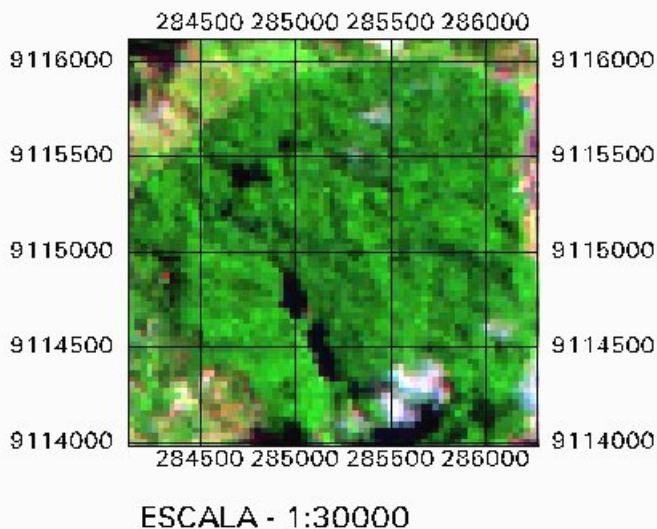
O nível de destruição observado na Mata Atlântica é tão alarmante, alerta a Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "André Tosello" © Base de Dados Tropical ©, que em 1992 este ecossistema foi elevado a categoria de Reserva da Biosfera (CMA 1992), numa tentativa de se conter o desmatamento, favorecer o levantamento da biodiversidade existente e estabelecer planos de manejo para a região. Ainda se conhece muito pouco a flora e a fauna da Mata Atlântica. Por isso é tão importante a implantação de projetos visando primeiramente o conhecimento desta biodiversidade e do estabelecimento de planos de manejo viáveis para a Mata Atlântica.

Segundo Collwel (1983), dados de comportamento espectral da vegetação mostram que estudos relacionados com a diferenciação de solo e vegetação, diferenciação entre vegetação coníferas e decíduas, reflectância da vegetação verde, absorção de clorofila, diferenciação de espécies vegetais, levantamento de biomassa e medidas de umidade de vegetação predominam a utilização de janelas atmosféricas do visível (0,45 - 0,72 $\mu$ ) e infravermelho próximo (0,76 - 1,75 $\mu$ ). Estudos relacionados com estresse térmico em plantas predomina a utilização de faixas espectrais do infravermelho termal (8 - 14 $\mu$ ). A integração de diferentes níveis de aquisição de dados em Sensoriamento Remoto (campo, aeronave e orbital) é imprescindível para caracterizar, monitorar e avaliar a vegetação. Slater (1980), afirma que os sistemas sensores multiespectrais são idealizados para atender a uma multidisciplinaridade de aplicações. Curran (1985), diz que o sensoriamento remoto ampliou a capacidade do homem em obter informações sobre os recursos naturais e o meio ambiente, colocando-se como mais uma ferramenta complementar para facilitar trabalhos temáticos e de levantamentos. Segundo Novo (1989), as principais vantagens que justificam os programas de sensoriamento remoto orbital são as seguintes: estímulo às pesquisas multidisciplinares; informações de áreas de difícil acesso; universalização dos dados e das técnicas de tratamento e análise de dados digitais; facilidade do recobrimento de grandes áreas (visão sinóptica); cobertura repetitiva com mesma hora local; grande quantidade de dados pontuais, sobre uma mesma área; transferência de dados Satélite/Terra em tempo real; e o aspecto multiespectral, isto é, a capacidade dos sistemas sensores gerarem produtos em diferentes faixas espectrais, tornando possível o estudo e análise de diferentes elementos, os quais são identificados em determinadas faixas do espectro. Pontes et al. (1990), empregando imagem Landsat TM-5, na banda 5, realizaram processamento digital e observaram que a alta reflectância está relacionada aos sedimentos paleozóicos e areias coaluviais, com cobertura vegetal tipo campo, e que a média e baixa reflectância estão relacionadas com aluviões em zona de alta umidade. Simões et al. (1995), propuseram a criação de uma cooperativa de dados ambientais, através do Sistema de Informações Georeferenciadas de Solos da EMBRAPA (*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*). Na alimentação deste sistema poderiam ser destacadas as imagens de satélites como fontes de informações geográficas. Santos et al. (1995), com o objetivo de demonstrar a eficiência de produtos orbitais, utilizaram imagens Landsat TM-5 no mapeamento do uso atual das terras e da cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Rio Canduru-Açu. Obtiveram resultados satisfatórios com imagens em composição colorida na escala 1:100.000. Huete & Warrick, (1990), Spencer et al (1994) e Spanner et al. (1994) realizaram estudos sobre a abundância, composição e produtividade da vegetação através de técnicas de sensoriamento remoto, fundamentadas em índices espectrais de diferenças da vegetação normalizados (NDVI). Bausch, (1993) e Liu & Huet (1995) enfatizaram a dificuldade gerada pela influência das componentes de energia radiante refletida pela atmosfera e solo na estimativa de índices de espectrais (NDVI). Levantamentos e monitoramentos globais da vegetação tem sido realizados a partir da utilização de índices espectrais (NDVI) obtidos a partir de dados do satélite meteorológico NOAA-7 (Tarpley et al. 1984; Spanner et al. 1990).

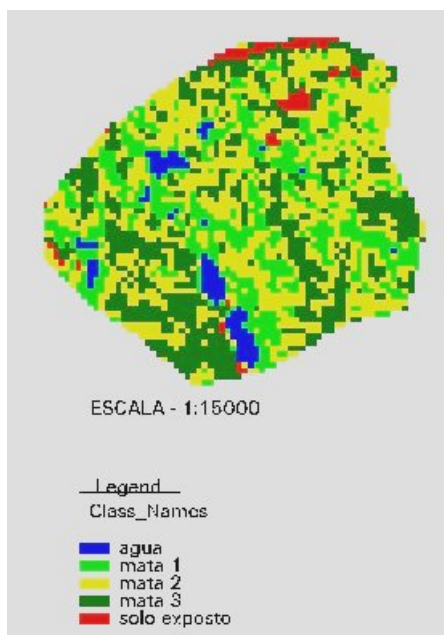
## 3. Metodologia

Imagens do satélite Landsat/TM-5 foram selecionadas, conjuntamente com mapas (topográficos e temáticos) em diferentes escalas da Mata Atlântica/Plano piloto (Mata Dois Irmãos), definida por uma área de 380 hectares, localizada próximo a cidade de Recife (Ver Figura1). A metodologia pode ser resumida nos seguintes itens: Análise, composição e retificação de Imagens Landsat/TM; Criação de Arquivos raster e vetorial envolvendo os limites pré-definidos da área de abrangência da Mata Dois Irmãos; Classificação Multiespectral automática (não supervisionada).

De forma específica as imagens Landsat/TM foram selecionadas levando



**Fig. 1:** Imagem Landsat TM-5 bandas (6,4,1) da Mata Dois irmãos Georeferenciada para o sistema de projeção UTM



**Fig. 2:** Imagem temática resultante do processo de Classificação automática isodata (K-médias) realizado no sistema de processamento digital de imagens ERDAS-8.2

em consideração o menor percentual de cobertura de nuvens na área de abrangência em estudo. No processo de retificação das imagens Landsat/TM os pontos de controle foram obtidos por Levantamentos com GPS diferencial. No Processo de Interpretação Digital das Imagens Landsat/TM foram realizados diferentes testes no Software ERDAS 8.2. Utilizou-se recursos tais como: análise de histograma, perfis espectrais, zoom, subset, escala, combinação de bandas, realces (Equalização de Histograma e Principais Componentes), retificação, filtragens espaciais, modelos de índices espectrais de vegetação e classificação automática não supervisionada (K-Médias).

#### 4. Resultados

O erro quadrático médio envolvido (*RMS*) na Retificação foi de 1,04 pixels, equivalente a 31,20 metros. As combinações de bandas (5,4,3), (7,4,1) e (7,2,1) foram as que apresentaram melhor diferenciação visual dos temas. A aplicação da técnica de realce (*Equalização de Histograma*) na composição (3,2,1) resultou em uma imagem com melhor qualidade visual, o que favoreceu a aplicação das técnicas subsequentes. A aplicação da técnica de realce (*Principais Componentes*) resultou em uma nítida separação entre tipos vegetais predominantes nas primeiras componentes. A Figura 1 ilustra a imagem georeferenciada para o sistema de projeção UTM (*Universal Transversa de Mercator*). O resultado temático da aplicação da técnica classificação multiespectral automática não supervisionada isodata (*k-médias*) é mostrado na Figura 2.

#### 5. Conclusão e perspectiva

Os resultados obtidos neste trabalhos serão utilizados posteriormente, numa segunda fase, em um levantamento mais detalhado da cobertura vegetal da Mata Dois Irmãos. Nesta fase, atividades de controle terrestre em campo com GPS e levantamento taxonômico serão executados sistematicamente ao trabalho de processamento digital de imagens. A classificação automática gerada servirá de subsídio para a condução do trabalho de campo e também para a realização da classificação multiespectral supervisionada. Em linhas gerais, toda a metodologia definida anteriormente para o levantamento da cobertura vegetal da Mata dois irmão será utilizada também no seu monitoramento. Entretanto, será levado em consideração o aspecto temporal. Imagens orbitais Landsat/TM e Spot/HRV serão adquiridas periodicamente a cada 6 meses meses. Imagens anteriores, de 10 e 5 anos passados, serão utilizadas paralelamente para se inferir sobre a evolução do desmatamento na Mata Atlântica/plano piloto. A cobertura vegetal da Mata Atlântica será avaliada a partir da análise espacial, espectral e temporal de dados digitais de Sensoriamento Remoto.

#### 6. Referências Bibliográficas

- Bausch, W. C.:** *Soil Background Effects on Reflectance-Based Crop Coefficients for Corn*. Remote Sensing Environmental. 46:213-222. 1993.
- Curran, P.J.:** *Principles of remote sensing*. London: Longman, 282p. 1985.
- Collwel, R.N.:** *Manual of Remote Sensing*. Falls Church: American Society of Photogrammetry. 1359pp. 1983.
- Hord, R.:** *Digital Image Processing of Remotely Sensed Data*. New York: Academic Press, 345p. 1982.

**Huete, A.R.; Warrick, A.W.:** *Assessment of Vegetation and Soil Water Regimes in Partial Canopies with Optical Remotely Sensed Data.* Remote Sensing Environmental. Vol. 32. pp. 155-167. 1990.

**Joly, C.A.; Leitão Filho, H.F.; Silva, S.M.:** *O patrimônio florístico.* In: *Mata Atlântica (G. Câmara, ed.)* Index&SOS Mata Atlântica, São Paulo. p. 9-128. 1991.

**Leitão Filho, H.F.:** *Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo.* Silvicultura em São Paulo 16A (especial). p. 197-205. 1982

**Liu, H.Q. ; Huete, A.:** *A Feedback Based Modification of the NDVI to Minimize Canopy Background and Atmospheric Noise.* IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 33 (2):1995.

**Novo, E.M.:** 1989. *Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.* São Paulo. Edgard Blucher. 380 pp. 1989.

**Pontes, C.S.; Oliveira, W.J. ; Braun, P.G.:** *Análise das feições fisiográficas, magnéticas e radiométricas da região do Gaben do Colorado, na porção sul do Estado de Rondônia.* In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São José dos Campos (SP), 6:681-683.1990.

**Rosa, R.:** *Introdução ao Sensoriamento Remoto,* Uberlândia, Minas Gerais, editora da Universidade Federal de Uberlândia, 109p. 1992.

**Santos. P.L.; Vieira, L.S., VIEIRA, I. M.S. ; DIAS, A.C.:** *Mapeamento do uso atual das terras da Bacia do Rio Candiaruaçu utilizando imagens TM/LANDSAT-5.* In: Anais do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Viçosa (MG), 25:1672-1674. 1995.

**Simões, M.; Fuks, S.D.; Alvareng, R.:** *O sistema de informações georeferenciadas de solos da EMBRAPA.* In: Anais do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Viçosa (MG), 25:1613-1615. 1995.

**Slater, P. N.:** *Optics and Optical Systems.* Addison-Wesley:reading, 275p.1980.

**Spanner, M.A.; Pierce, L.L.; Running, S.W., Peterson, D.L.:** *The Seasonality of AVHRR Data of Temperate Coniferous Forests: Relationship with Leaf Area Index.* Remote Sensing Environmental. Vol 33 pp. 97-112. 1990.

**Spencer ,M.; Johnson, L.; Miller, J.; McCreight, R., Freemantle, J.; Runyon, J.; GONG, P.:** *Remote Sensing of Seasonal Leaf Area Index Across the Oregon Transect.* Ecological Applications., Vol.4(2) pp. 258-271. 1994.

**Tarpley, J.D.; Schneider, S.R.; MONEY, R.L.:** *Global Vegetation Indices from the NOAA-7 Metereological Satellite.* American Metereological Society. Vol 23. pp. 491-495. Notes. 1984.