

## **Análise da Cobertura Florestal por meio da subtração de imagem NDVI na Floresta Nacional de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES.**

Franciane Lousada Rubini de Oliveira Louzada<sup>1</sup>  
Luciano Melo Coutinho<sup>1</sup>  
Cristiane Coelho Andrade<sup>1</sup>  
Viviane Ávila de Sousa Oliveira<sup>1</sup>  
Paulo Henrique Moulin Breda<sup>1</sup>  
Alexandre Rosa dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo – UFES/ Departamento Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Avenida Carlos Lindemberg, s/n, Centro, Jerônimo Monteiro – ES, Brasil.

lncoutinho@hotmail.com; francianelouzada@yahoo.com.br; cristianecandrade@gmail.com; paulob0029@yahoo.com.br; viviandavila@hotmail.com; mundogeomatica@yahoo.com.br.

**Abstract.** The creation and delimitation of legal reservations in characteristic areas of forest fragments are valuable the preservation of vegetable covering, once such areas when no monitored are prone the human invasion. In this work they were studied the ghastly behaviors of the vegetation of the National Forest of Pacotuba starting from techniques of Remote Sensing among the years of 1985 and 2007. For that it was used Geographical Information Systems (SPRING 5.0 and ArcGIS 9.2), which images were generated NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) starting from the bands 3 and 4 original of sensor TM-Landsat 5 and verified the areas of vegetation of the referred years. The used methodology allowed the extraction of information among the images, starting from which the was arrived a result of 4,14% of deforested area, 78,69% of stability and 17,17% of regeneration in the limits of Flona of Pacotuba in a 22 year-old interval.

**Key words:** vegetation index, vegetable covering, reflectance, temporary analysis, thematic classes, índice de vegetação, cobertura vegetal, reflectância, análise temporal, classes temáticas.

### **1. Introdução**

Tendo em vista que a floresta é um importante recurso natural, o qual se relaciona às propriedades férteis dos solos, a manutenção de aquíferos, evapotranspiração, fixação de carbono, entre outros, entende-se como necessária a adoção e divulgação de métodos que representem a situação de tal recurso.

A Floresta Nacional de Pacotuba no Município de Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo (Figura 1) foi instituído pelo Decreto-Lei Federal de 13 de dezembro de 2002, pelo Presidente Fernando Henrique Cardoso, Tendo como objetivos promover o manejo de uso múltiplo dos recursos naturais, manutenção e proteção dos recursos hídricos e da biodiversidade, a recuperação de áreas degradadas, educação ambiental, bem como o apoio ao desenvolvimento de métodos de exploração sustentáveis do uso dos recursos naturais das áreas limítrofes.

A Floresta Nacional de Pacotuba (FLONA de Pacotuba) preserva um importante fragmento florestal de Mata Atlântica da classe Estacional Semidecidual, localizado em uma região com florestas altamente degradadas pela cultura itinerante, representada principalmente pela agropecuária extensiva, contribuindo à supressão de várias espécies vegetais-florestais que se encontram em extinção no Estado do Espírito Santo (MOREIRA et. al. 2007).

O Sensoriamento Remoto tem se mostrado uma excelente ferramenta para controle e análise de recursos naturais em geral, pois a periodicidade das imagens associadas às metodologias propostas permite inferências e conclusões a cerca da superfície terrestre e dos alvos observados (NOVO, 1989). É constante o aumento do número de usuários destes métodos em função da melhoria e acessibilidade aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e imagens orbitais.

De acordo com Ponzoni e Shimabukuro (2007) os índices de vegetação podem ser explorados na região do visível e infravermelho próximo, podendo ser relacionados a propriedades espectrais da vegetação a partir da verificação do comportamento antagônico da reflectância nestas faixas.

Os dados de reflectância dos alvos podem ser transformados em índices de vegetação, aos quais foram criados com o intuito de ressaltar o comportamento espectral da vegetação em relação ao solo e a outros alvos da superfície terrestre, sendo o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) um dos índices mais utilizados (MOREIRA, 2005).

Os índices NDVI são distribuídos entre 0 e 256 (8 bits) relacionados a valores variáveis entre -1 e +1, sendo os tons mais claros relacionados aos maiores valores e os tons mais escuros aos valores mais baixos (PONZONI e SHIMABUKURO, 2007).

Diante das potencialidades dos sistemas de Sensoriamento Remoto em registrar a superfície e a dinâmica da paisagem (FLORENZANO, 2005), este trabalho tem por objetivo geral analisar as mudanças da cobertura vegetal da Floresta Nacional de Pacotuba entre os anos de 1985 e 2007 por meio da subtração entre pares de imagens NDVI, derivadas das imagens originais obtidas pelo satélite Landsat 5.

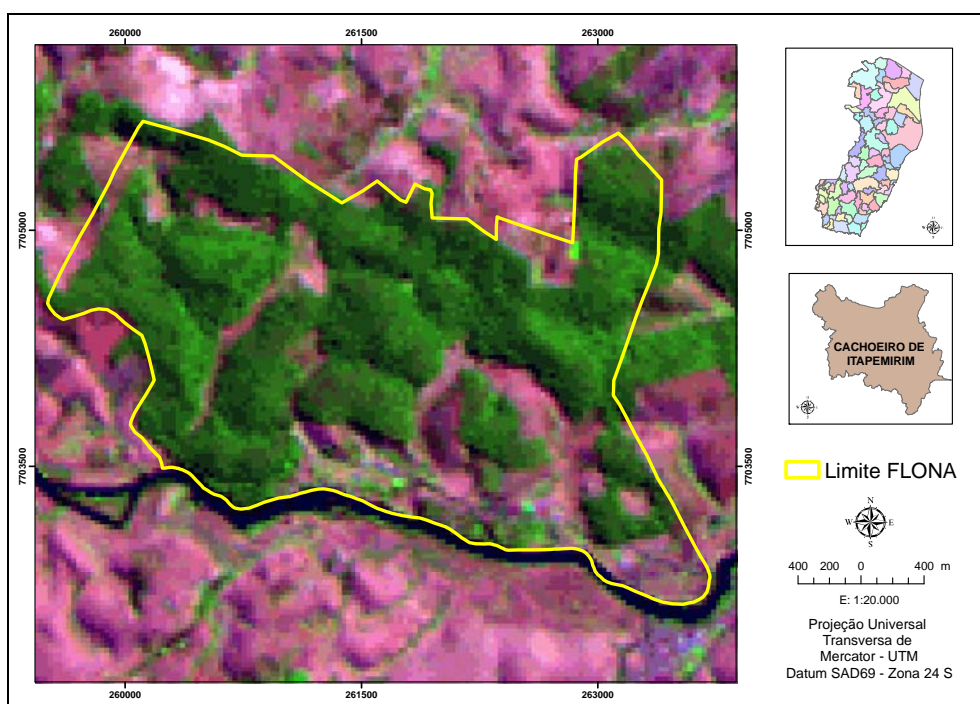


Figura 1. Composição colorida falsa cor 5(R), 4(G) e 3(B) de 27/07/2007, indicando Localização da Floresta Nacional de Pacotuba e seu entorno.

## 2. Materiais e métodos

A Floresta Nacional de Pacotuba possui área de 450,59 hectares, localizada nos limites do distrito de Pacotuba, a cerca de 30 km da sede do município de Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo (Latitude 20°45'S, Longitude 41°17'W, Altitude 100m) em área do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER), contígua à Fazenda Experimental do Estado.

Predominam os solos tipo Terra Roxa Estruturada e Latossolo Amarelo, duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa e outra seca, que condicionam a sazonalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, sendo considerada um complexo de Mata Atlântica Estacional Semidecidual (MOREIRA et. al. 2007).

Os trabalhos de preparo de material foram realizados no SPRING 5.0 e os algoritmos de subtração de imagens no ArcGIS 9.2.

A base cartográfica utilizada foi a hidrografia e altimetria da carta nº 26144, escala 1:50.000, do Município de Cachoeiro de Itapemirim, ES. Estes *layers* são fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), convertido para o formato *Shapefile*.

Foram utilizadas as imagens orbitais originadas do sensor TM (Thematic Mapper) do satélite LANDSAT 5 dos anos de 1985/07/29 e 2007/08/27, órbita 216 cena 074, para análise temporal da vegetação. As imagens foram escolhidas em função do período seco da região e fator cobertura de nuvens zero para o quadrante da área analisada.

As imagens processadas são da região do visível (banda 3) e infravermelho próximo (banda 4), utilizadas em razão de apresentar forte absorção pela vegetação verde, com resolução espacial de 30m x 30m e resolução espectral de 256 níveis de cinza. Estas imagens, assim como o SPRING, são fornecidas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As imagens de satélite foram extraídas e convertidas do formato TIFF para o formato GRIBB no aplicativo IMPIMA, para reconhecimento e exportação no SPRING. Em seguida, as imagens foram registradas e georeferenciadas pela criação de 20 pontos de controle com base na hidrografia e altimetria, seguidos da geração de polinômios (CROSTA, 1992).

Delimitou-se da área de estudos de acordo com a proposta do Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), sendo a imagem digitalizada, convertida para o formato GRIBB e georeferenciada por pontos de controle. A criação de um plano de informação de categoria temática permitiu então a geração de um polígono em formato *shapefile* para recorte de imagens e temas.

Os principais parâmetros estatísticos verificados nas imagens se encontram na Tabela 1. Tais valores podem ser obtidos a partir da distribuição dos números digitais (DN) das imagens e verificados no SIG.

**Tabela 1.** Parâmetros Estatísticos das Imagens Orbitais.

ANO - BANDA	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
1985 - 3	17,69	6,74	45,428
1985 - 4	46,37	11,33	128,369
2007 - 3	31,69	6,87	47,197
2007 - 4	54,83	6,85	46,923

As imagens NDVI foram geradas pela extração do contraste entre imagens da região do *Infravermelho Próximo* e *Vermelho* (SHIMABUKURO *et al*, *apud* MOREIRA, 2005) pelo aplicativo  $C = \text{Ganho} [(A-B) / (A+B)] + \text{Offset}$ .

Seqüencialmente foram aplicadas as equações abaixo, onde  $\mu_s$ ,  $\mu_r$ ,  $\sigma_s^2$  e  $\sigma_r^2$  são as médias e variâncias das imagens de ajuste e referência, respectivamente. As operações realizadas estão descritas na Figura 2.

$$\mu_r = \text{ganho} * \mu_s + \text{offset} \text{ e } \sigma_r^2 = \text{ganho}^2 * \sigma_s^2 \quad (1)$$

$$\text{ganho} = \sqrt{\frac{\sigma_r^2}{\sigma_s^2}} \quad (2)$$

$$\text{offset} = \mu_r - \sqrt{\frac{\sigma_r^2}{\sigma_s^2}} * \mu_s \quad (3)$$

$$S' = S * \text{ganho} + \text{offset} \quad (4)$$

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{IVP} - \text{Ver})}{(\text{IVP} + \text{Ver})} \quad (5)$$

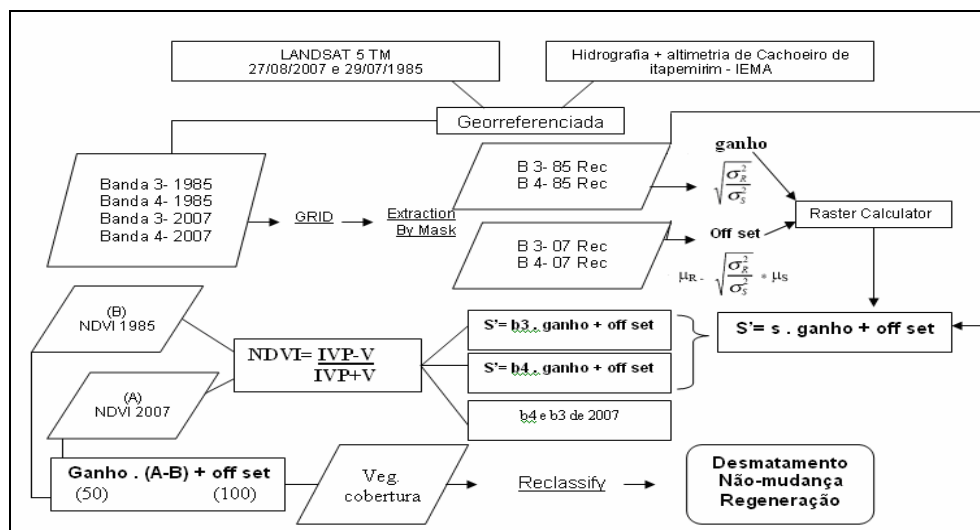


Figura 2. Fluxograma representando a geração da base de dados e as operações utilizadas.

### 3. Resultados e Discussão

As imagens NDVI dos anos de 1985 e 2007 são ilustradas na figura 3 e 4, as quais apresentam diferenças de tonalidades, mas poucas diferenças visuais de comportamento dos alvos de acordo com os princípios de fotointerpretação, principalmente as áreas de florestas.

Na Figura 3, na imagem do ano de 1985, nota-se uma maior interação entre radiação e solo exposto, o que ocasiona maior número de pixels escuros no interior da Flona.

A Figura 4 indica uma diminuição destes pixels pelo clareamento de determinadas áreas da imagem, o que é explicado pela recuperação da cobertura vegetal e conseqüentemente menor interação entre radiação e solo.

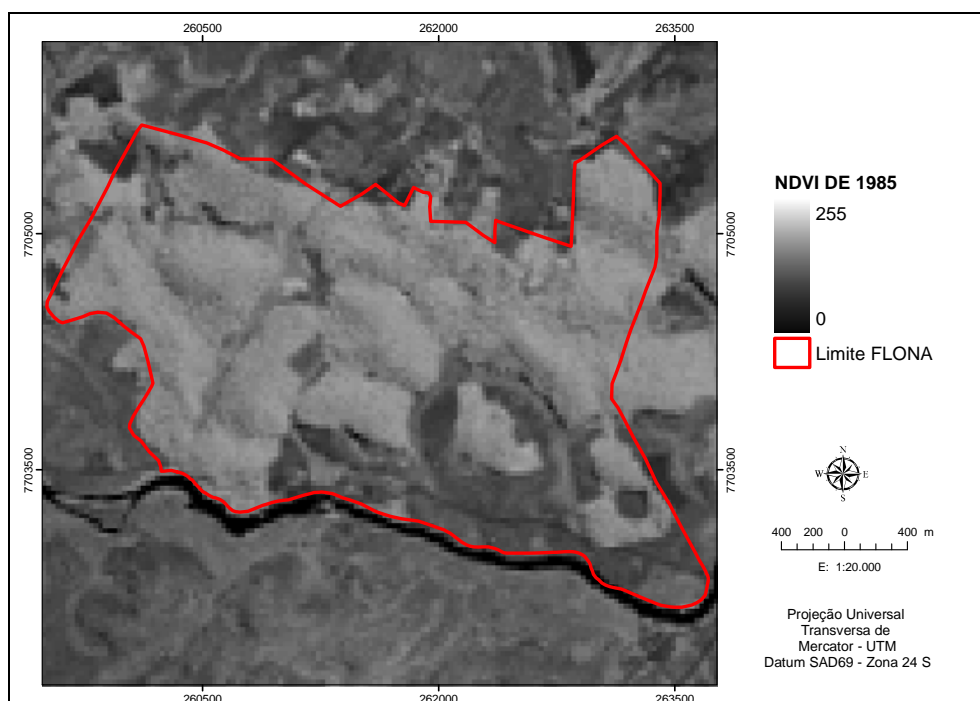


Figura 3. Imagem NDVI de 29/05/1985

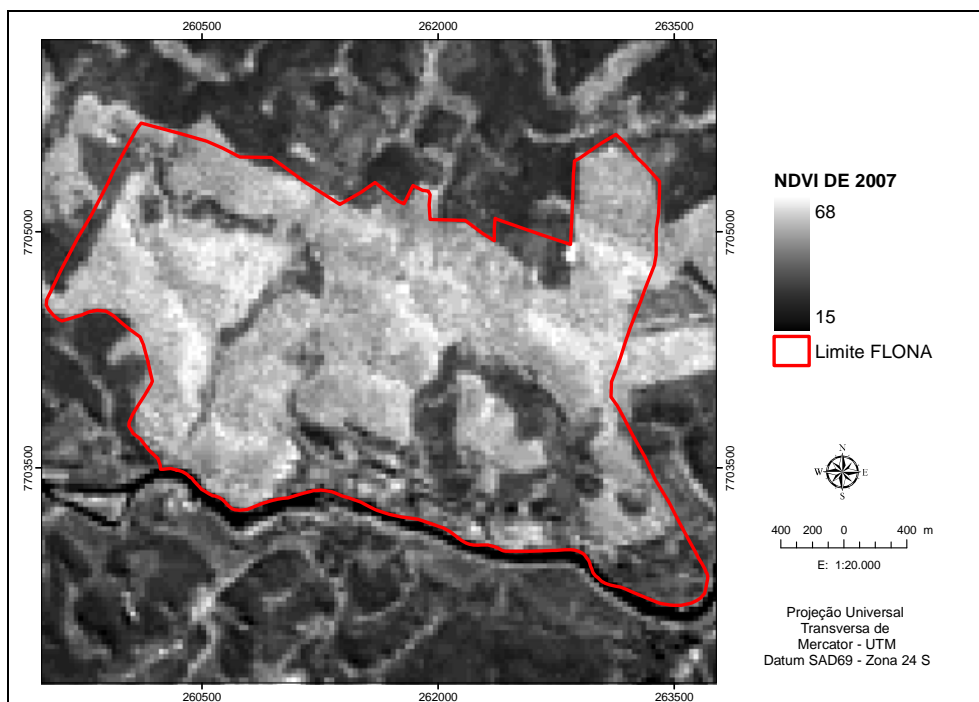


Figura 4 – Imagem NDVI de 27/07/2007.

Diante a aplicação da metodologia proposta, as diferenças de respostas espectrais nos limites da Flona puderam ser verificadas apenas com o uso do SIG, o qual utiliza modelos matemáticos para identificação dos alvos, cabendo apenas ao pesquisador determinar os limites de decisão para formação das classes.

Na Figura 5 ilustra a subtração de imagem dos referidos anos de onde foram extraídos seus principais parâmetros estatísticos, sendo a média  $\mu$  (86,19), desvio padrão  $\sigma$  (5,70) e variância  $\sigma^2$  (32,49). As classes foram delimitadas de acordo com os valores obtidos como: Desmatamento  $[0, \mu - \sigma] = 0$  a 80,49; Não Mudança  $[\mu - \sigma$  a  $\mu + \sigma] = 80,49$  a 91,89 e Regeneração  $[\mu + \sigma$  a 255] = 91,89 a 255 como podemos observar na Figura 6.

Considerando-se as áreas de florestas no ano de 1985 como uma taxa de 100% a partir da comparação com as imagens de 2007, a subtração de imagens indicou 4,14% de desmatamento; 17,17% de regeneração e 78,69% de não-mudança, de acordo com a Tabela 2.

A presença de não mudança no interior do Parque, acompanhado do crescente processo de regeneração vem contribuir para preservação e conservação ambiental da região mostrando a importância da FLONA Pacotuba, cumprindo com o seu objetivo que é o uso múltiplo dos recursos florestais com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas,

Conforme a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Brasil, 2000).

**Tabela 2 – Classes Temáticas**

CLASSES	FÓRMULA	PIXELS	(%)
Desmatamento	$\mu - \sigma$	343	4,14
Não-mudança	$\mu - \sigma$ a $\mu + \sigma$	6519	78,69
Regeneração	$\mu + \sigma$ a 255	1422	17,17
Total	-	8284	100,00

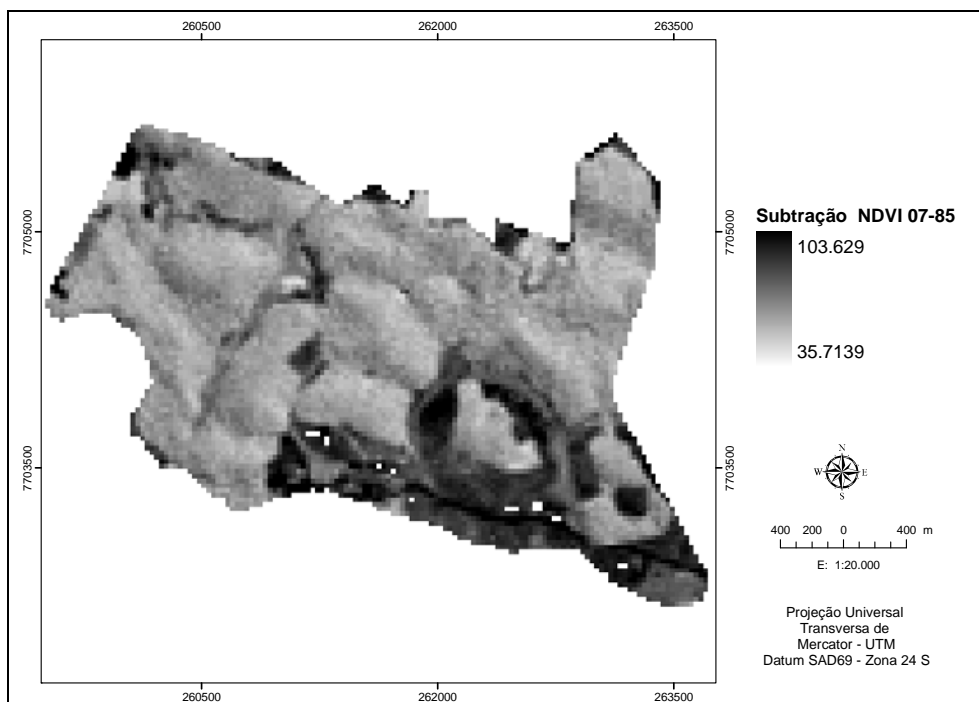


Figura 5 – Imagem- subtração NDVI 2007-1985.

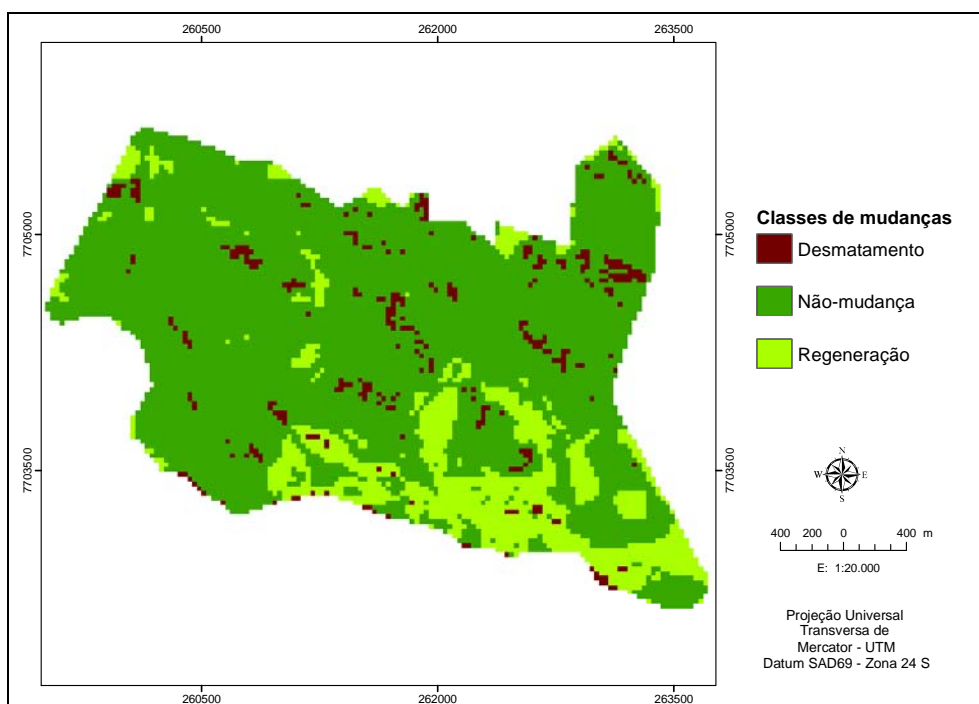


Figura 6 – Mapa temático de mudanças.

#### 4. Conclusões

Os estudos envoltos em Sensoriamento Remoto se aplicam a níveis distintos de coletas de dados e áreas geográficas e se relacionam a diversas áreas de conhecimento, o que leva a necessidade de determinados cuidados e análises, fatores estes que justificam o preparo de material e escolha da metodologia a ser utilizada.

Foram geradas imagens NDVI a partir das bandas 3 e 4 originais do sensor TM-Landsat 5 e verificadas as áreas de vegetação dos anos de 1985 e 2007, permitindo a extração de informações entre as imagens, a partir da qual se chegou a um resultado de 4,14% de área desmatada, 78,69% de estabilidade e 17,17% de regeneração em um intervalo de 22 anos. A presença de não mudança no interior do Parque, acompanhado do crescente processo de regeneração da vegetação vem contribuir para preservação e conservação ambiental da região mostrando a importância da FLONA Pacotuba.

### **Referências Bibliográficas**

Brasil. Decreto de 13 de dezembro de 2002. **Cria a Floresta Nacional de Pacotuba, no Município de Cachoeiro de Itapemirim, no Estado do Espírito Santo, e dá outras providências.** Diário oficial da República do Brasil, Brasília.

Crosta, Á.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.** ed. rev. – Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1992. 170 p.

Florenzano, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais** – São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

Marchetti, D.A.B.; Garcia, G.J. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação.** São Paulo - Nobel, 1986.

Moreira, L. N.; Moreno, M. R.; Redling, J. S. H. Estrutura Populacional de *Senefeldera multiflora* em um trecho de borda na Mata Atlântica Estacional Semidecidual da Floresta Nacional de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 669-671, jul 2007.

Moreira, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 3ªed. Atual. ampl.-Viçosa: Ed. UFV, 2005.

Novo, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Edgard Blücher, 1989.308 p.

Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação.** São José dos Campos, SP: A. Silva Vieira. 2007.

SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403 mai-Jun 1996.