

Utilização de subtração de imagem e NDVI na avaliação da cobertura vegetal na RPPN Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

MARCOS FÁVERO COSTA¹
CLAYTON VIEIRA FRAGA FILHO¹
HELDER DE AMORIM MENDES¹
LEANDRO TOSE MARTINS¹
ALEXANDRE ROSA DOS SANTOS¹

¹Universidade 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.

{ltosemartins, marcosfaveroc} @hotmail.com; claytonfraga@gmail.com; {helderamendes, 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 ghasly behaviors of the vegetation of the Private Reserve of Cafundó starting from techniques of Remote Sensing among the years of 1987 and 2009. For that it was used Geographical Information Systems (ArcGIS 9.3), 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.

Palavras-chave: 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 Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) Cafundó instituída pela portaria nº 062/98, foi a primeira Unidade de Conservação dessa categoria a ser criada no Estado do Espírito Santo. Está localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim e é a mais representativa da Mata Atlântica, protegendo uma grande diversidade de espécies.

Segundo o Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica (2005), A RPPN Cafundó compreende um dos remanescentes florestais mais significativos do município de Cachoeiro de Itapemirim e adjacências, sendo por isso de fundamental importância a conservação do mesmo.

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 Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) Cafundó entre os anos de 1987 e 2009 por meio da subtração entre pares de imagens NDVI, derivadas das imagens originais obtidas pelo satélite Landsat 5.

2. Materiais e métodos

A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Cafundó, possui 517 Hectares (IBAMA, 1998) e se localiza nas coordenadas geográficas 20°43' latitude Sul e 41°13' de longitude Oeste (Figura 1). A RPPN Cafundó está situada a aproximadamente 20 Km da sede do município de Cachoeiro de Itapemirim -ES, (ARCHANJO, 2008).

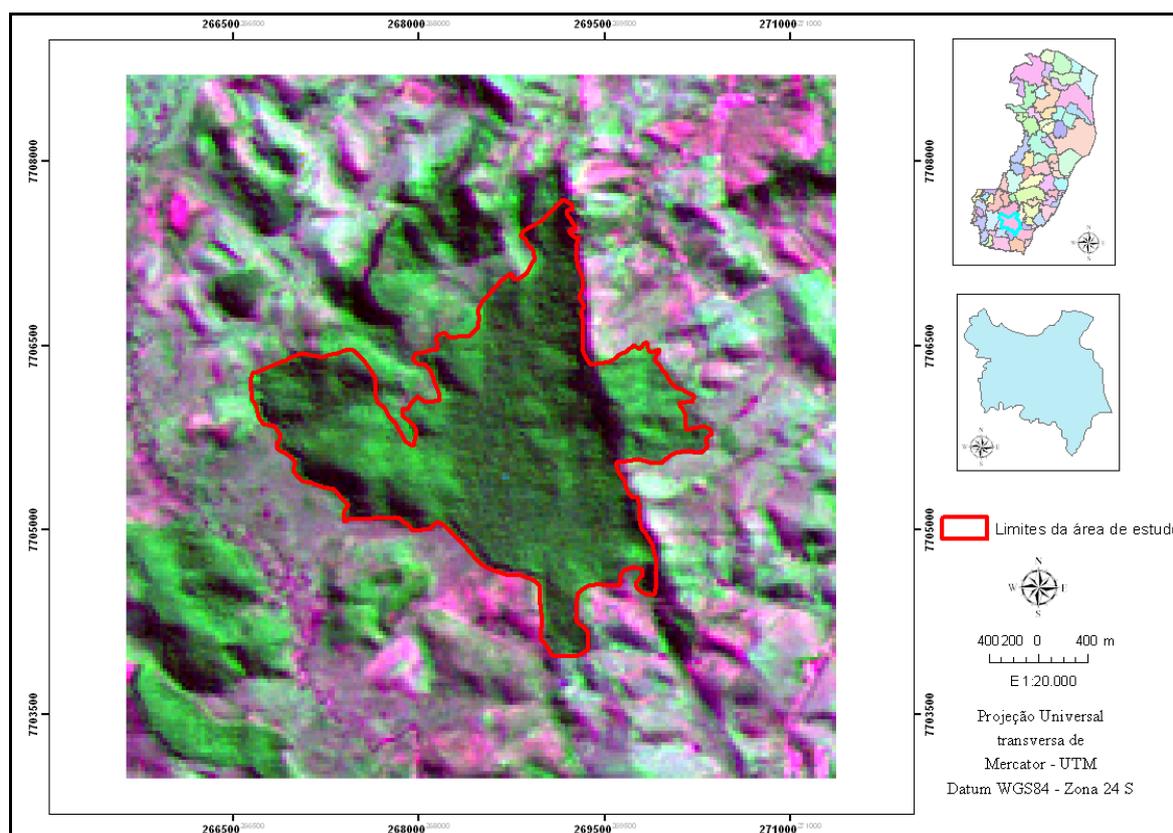


Figura1. Composição colorida falsa cor de 25/05/2009, indicando localização da reserva particular de patrimônio natural de Cafundó e seu entorno.

O solo da região foi classificado, regionalmente, como latossolo vermelho amarelo distrófico A moderado, de acordo com o novo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 1999). Quanto à sua ocupação, predominam as áreas de pastagens e plantios de café e cana com remanescentes florestais nativos localizados principalmente nos topos dos morros (PROJETO CORREDORES ECOLÓGICOS, 2005).

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*. O polígono representativo da área de estudo foi fornecido com cortesia pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA).

Foram utilizadas as imagens orbitais originadas do sensor TM (Thematic Mapper) do satélite LANDSAT 5 nas respectivas datas de 01/06/1987 e 25/05/2009, 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 30 m x 30 m e resolução espectral de 256 níveis de cinza. Estas imagens são fornecidas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A preparação do material, bem como a execução dos algoritmos de subtração de imagens foi realizada no aplicativo computacional ArcGIS 9.3.

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
1987-3	19,60	5,36	28,7296
1987-4	48,71	11,68	136,4224
2009-3	17,13	5,07	25,7049
2009-4	60,67	13,89	192,9231

De posse das imagens Landsat 5, efetuou-se o georeferenciamento visual das mesmas com relação ao polígono da região de estudo (CROSTA, 1992). A seguir estabeleceu-se um *buffer* de 1000m a partir dos limites da área de estudo e posteriormente a extração das imagens referentes aos períodos de estudo para cada banda espectral.

A partir das imagens recortadas, foram obtidas médias e desvio padrão das imagens para o cálculo do ganho e *offset*, necessários ao processo de normalização das bandas da imagem de 1987 em relação à imagem de 2009, cujo fluxograma é apresentado na Figura 2.

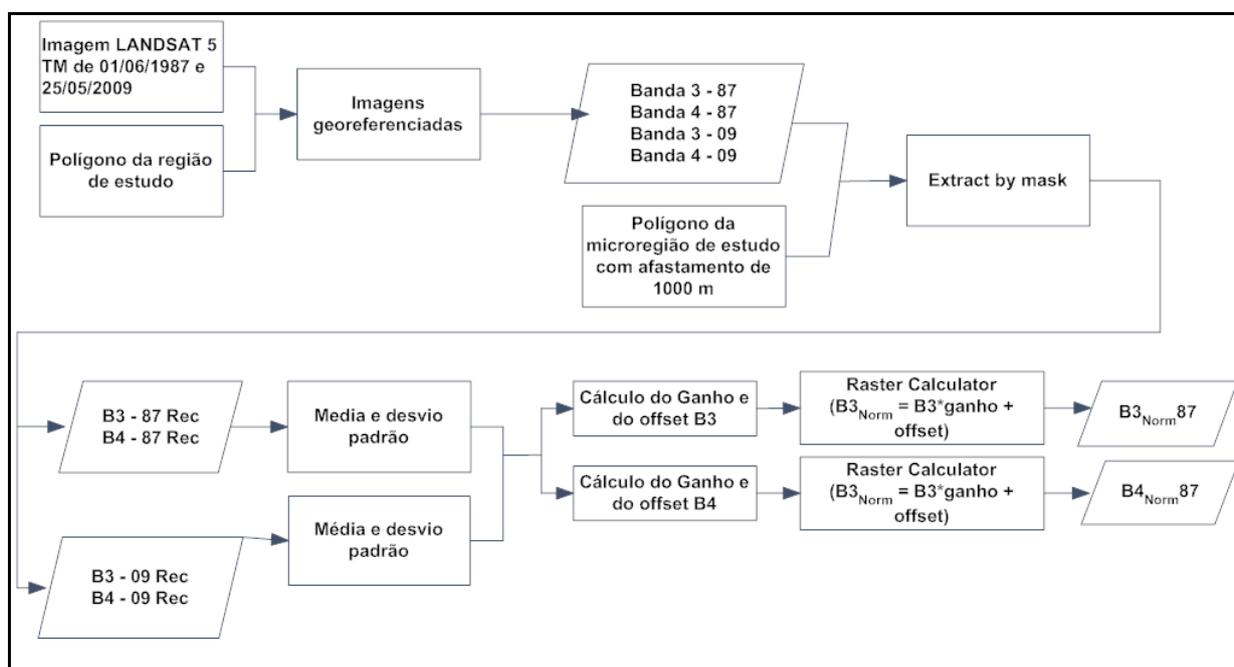


Figura 2. Fluxograma representando a geração da imagem normalizada de 1987 tomando como referência a imagem de 2009.

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 aplicação da equação $C = \text{Ganho} [(A-B) / (A+B)] + \text{Offset}$. Sequencialmente foram aplicadas as equações abaixo, onde μ_S , μ_R , σ_S^2 e σ_R^2 são as médias e variâncias das imagens de ajuste e referência, respectivamente.

$$\mu_R = \text{ganho} \cdot \mu_S + \text{offset} \text{ e } \sigma_R^2 = \text{ganho}^2 \cdot \sigma_S^2 \quad (1)$$

$$\text{ganho} = \sqrt{\frac{\sigma_R^2}{\sigma_S^2}} \quad (2)$$

$$\text{offset} = \mu_R - \sqrt{\frac{\sigma_R^2}{\sigma_S^2}} \cdot \mu_S \quad (3)$$

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

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

Com o NDVI calculado, fez-se a subtração da imagem de 2009 em relação à imagem de 1987 e obteve-se uma imagem que indica a variação temporal da cobertura vegetal da área de estudo. As operações realizadas estão descritas na Figura 3.

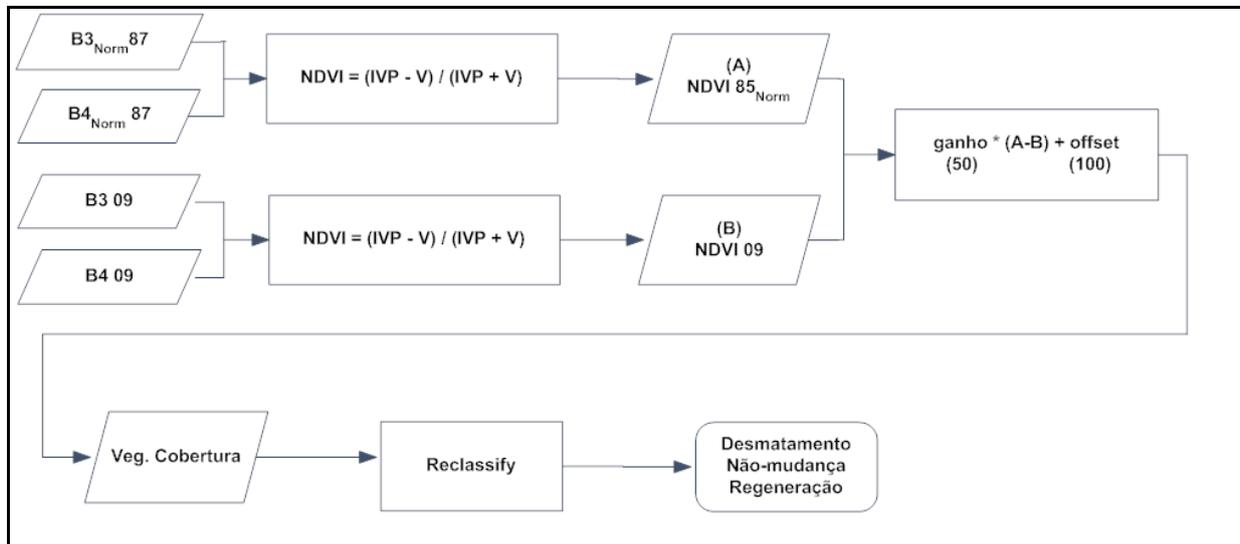


Figura 3. Fluxograma representando a obtenção do NDVI para avaliação da cobertura vegetal.

3. Resultados e Discussão

As imagens NDVI dos anos de 1987 e 2009 são ilustradas nas Figuras 4 e 5, 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.

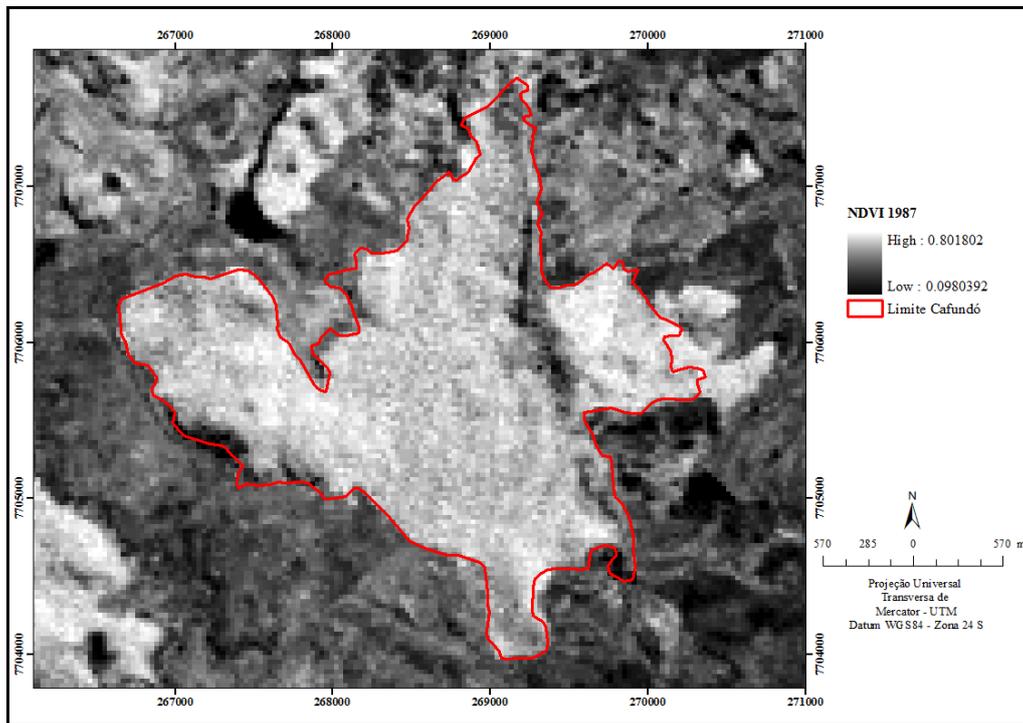


Figura 4. Imagem NDVI de 01/06/1987.

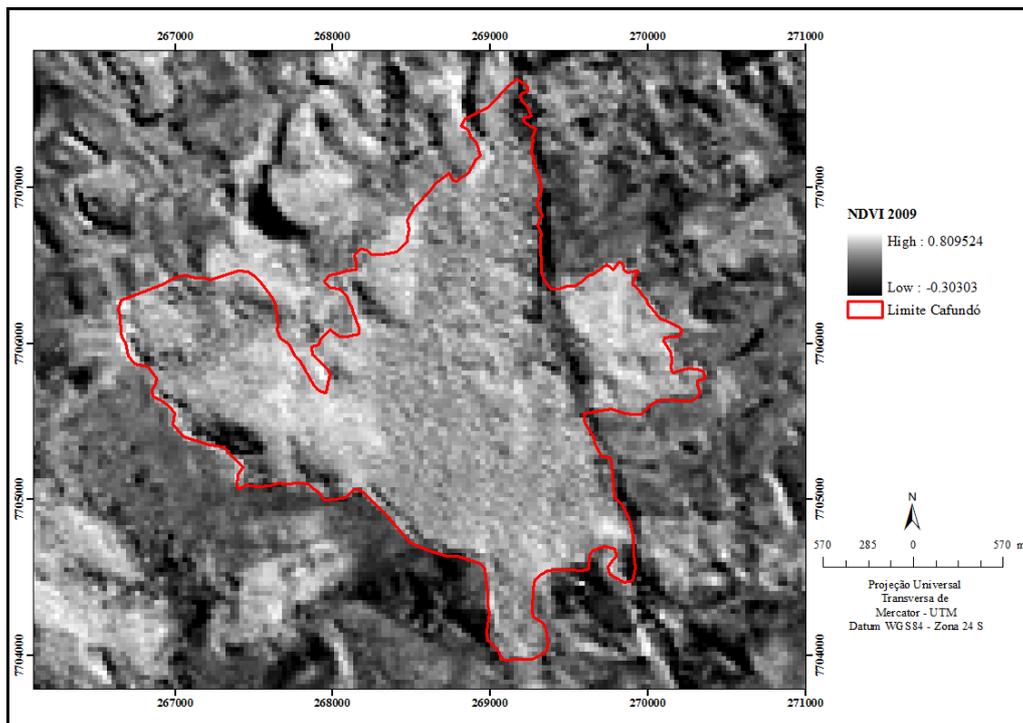


Figura 5. Imagem NDVI de 29/05/2009.

Diante da aplicação da metodologia proposta, as diferenças de respostas espectrais nos limites da RPPN 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.

A Figura 6 ilustra a subtração de imagem dos referidos anos de onde foram extraídos seus principais parâmetros estatísticos, sendo a média μ (97,88), desvio padrão σ (3,94) e variância σ^2 (15,52). As classes foram delimitadas de acordo com os valores obtidos como: Desmatamento $[0, \mu - \sigma] = 0$ a 93,94; Não-mudança $[\mu - \sigma$ a $\mu + \sigma] = 93,94$ a 101,82 e Regeneração $[\mu + \sigma$ a 191] = 101,82 a 191 como podemos observar na Figura 7 e Tabela 2. Considerando-se as áreas de florestas no ano de 1987 como uma taxa de 100 % a partir da comparação com as imagens de 2009, a subtração de imagens indicou 10,83 % de desmatamento; 10,75 % de regeneração e 78,42 % de não-mudança.

A presença de não-mudança no interior da RPPN, acompanhado de processos idênticos de regeneração e desmatamento vem contribuir para preservação e conservação ambiental da região mostrando a importância da RPPN Cafundó, 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).

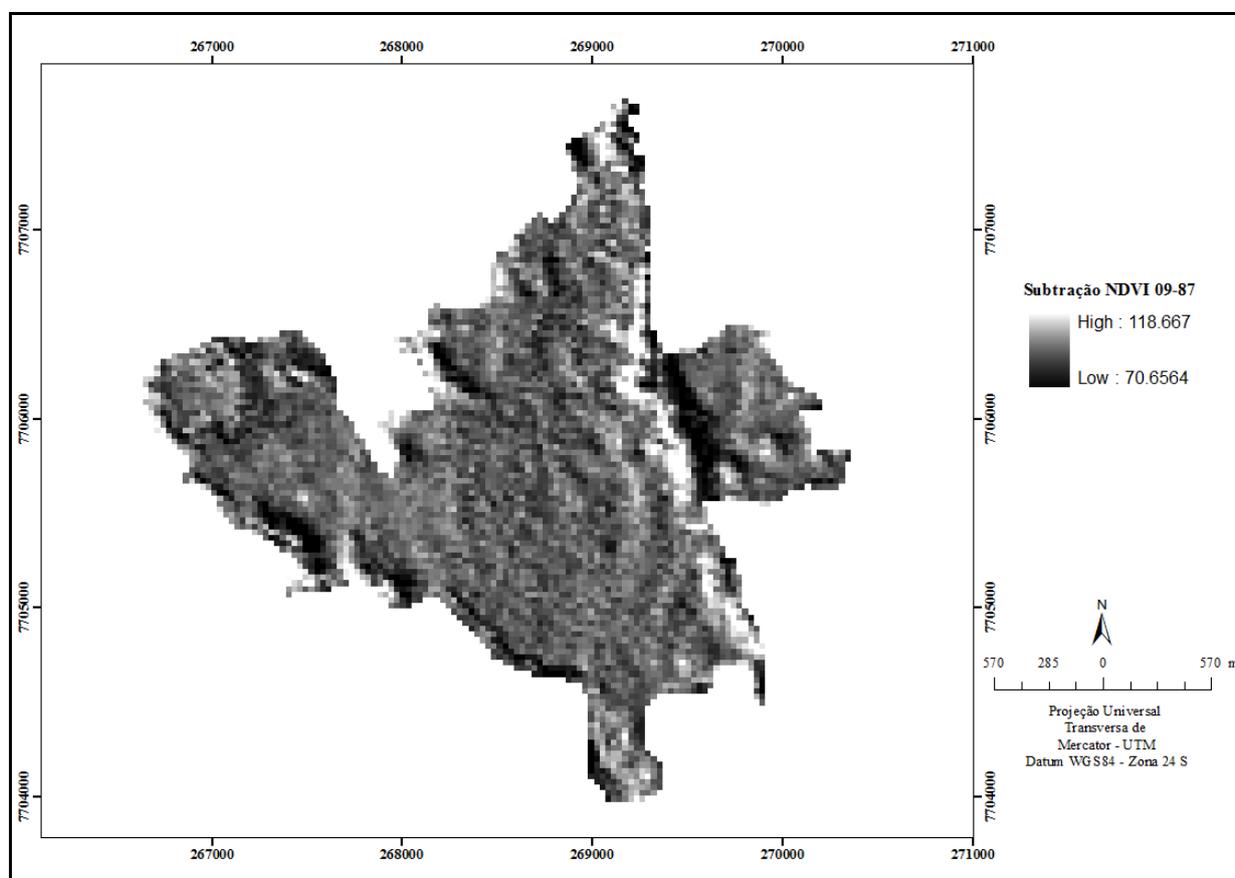


Figura 6. Imagem subtração NDVI 2009-1987.

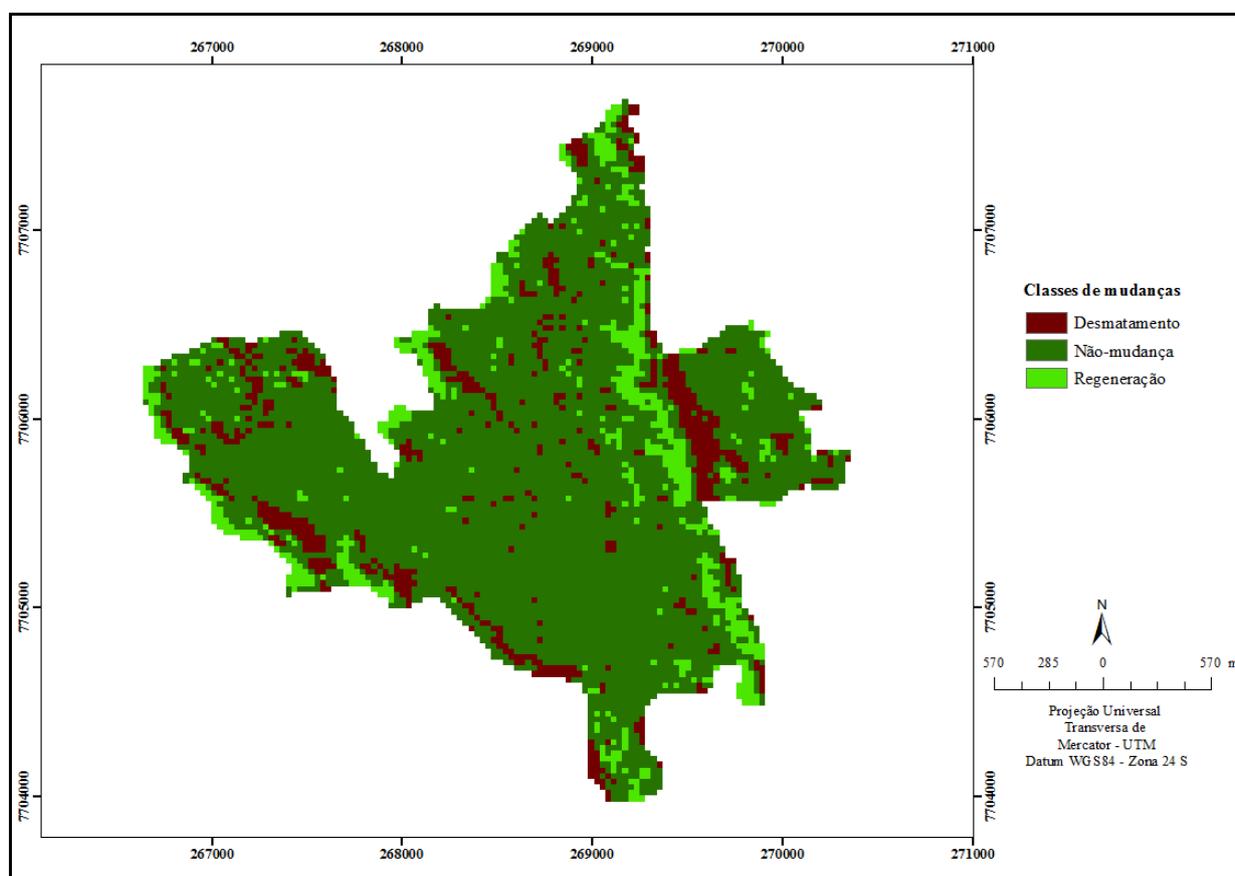


Figura 7. Mapa temático de mudanças.

Tabela 2. Classes temáticas.

CLASSES	FÓRMULA	PIXELS	%
Desmatamento	$\mu - \sigma$	670	10,83
Não-Mudança	$\mu - \sigma$ a $\mu + \sigma$	4850	78,42
Regeneração	$\mu + \sigma$ a 255	665	10,75
Total	-	6185	100

4. Conclusões

Os estudos envolvidos 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 1987 e 2009, permitindo a extração de informações entre as imagens, a partir da qual se chegou a um resultado de 10,83% de área desmatada, 78,42% de estabilidade e 10,75% de regeneração em um intervalo de 22 anos.

No espaço amostral entre as duas imagens pode-se observar um considerável índice de desmatamento, justificado pela degradação que a Mata Atlântica vem sofrendo no decorrer dos anos. Vale ressaltar que a RPPN Cafundó foi criada em 1998, ou seja, onze anos após a geração da primeira imagem o que permite inferir que o índice de desmatamento observado provavelmente está associado em sua maior parte ao período anterior à criação da mesma. Fica evidente também que a maior porcentagem encontrada refere-se à área onde não ocorreram mudanças, o que é justificado pelo fato da área ter se tornado uma Unidade de Conservação.

Referências Bibliográficas

Archanjo, K. M. P. A. Análise florística e fitossociológica de fragmentos florestais de Mata Atlântica no sul do Estado do Espírito Santo, 2008. 157 p. (UFES-136F). Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre. 2008.

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

INSTITUTO DE PESQUISAS DA MATA ATLÂNTICA. **Conservação da Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo**: Cobertura florestal e unidades de conservação (Programa Centros para a Conservação da Biodiversidade – Conservação Internacional do Brasil) / IPEMA. Vitória, ES: IPEMA, 2005.

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

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.

PROJETO CORREDORES ECOLÓGICOS. Síntese dos Encontros Regionais realizados com os Municípios do Estado do Espírito Santo. **Projeto Corredores Ecológicos**. Cariacica: 2005. 52p.