

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

MARCOS ANDRÉ LAGAAS

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA REGENERAÇÃO NATURAL
EM DUAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO SUL DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO, POR MEIO DO NDVI

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2015

MARCOS ANDRÉ LAGAAS

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA REGENERAÇÃO NATURAL
EM DUAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO SUL DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO, POR MEIO DO NDVI

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências
Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro
Florestal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sustanis
Horn Kunz.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2015

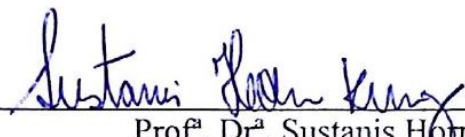
MARCOS ANDRÉ LAGAAS

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA REGENERAÇÃO NATURAL
EM DUAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO SUL DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO, POR MEIO DO NDVI

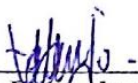
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheiro Florestal.

Aprovado em 10.de novembro de 2015.

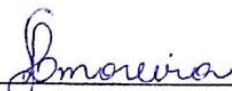
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.^a. Dr.^a. Sustanis Horn Kunz
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Mestrando Eduardo Alves Araújo
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador



Mestranda Giselle Lemos Moreira
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

“The environment is in us, not outside us. The trees are our lungs, the rivers our bloodstream. We are all interconnected, and what you do to the environment, ultimately you do to yourself.”

Ian Somerhalder

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de fazer o curso de Engenharia Florestal.

Aos meus familiares, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

À professora Sustanis, pela orientação, apoio e confiança.

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem participar desse projeto, e pelo auxílio durante o desenvolvimento do mesmo.

Aos amigos pelo apoio técnico e emocional

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

A regeneração natural é um processo de restabelecimento da vegetação em locais que sofreram algum tipo de perturbação, seja ela humana ou natural. Em unidades de conservação existem condições adequadas para o desenvolvimento da regeneração, tanto no seu interior quanto no seu entorno, devido à presença de fontes naturais de sementes nos arredores, de fauna de dispersão de sementes e de solos poucos degradados. Assim, esse trabalho objetivou avaliar o processo de regeneração natural na região da Floresta Nacional de Pacotuba e Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó entre os anos de 1990 a 2010, utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Para a confecção do NDVI foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 referente aos anos 1990, 2000 e 2010 e o procedimento foi realizado no ArcGis 10.2.2. A Floresta Nacional de Pacotuba apresentou redução da regeneração natural entre os anos de 2000 e 2010, comparado com a década de 90, devido provavelmente à falta de consciência dos proprietários de terras adjacentes, enquanto a Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó mostrou aumento da regeneração e diminuição do desmatamento no mesmo período, o que é justificado pelo favorecimento da sucessão secundária por parte do proprietário da unidade na zona de amortecimento que também lhe pertence. Assim, pode se concluir que as UCs tem potencial para favorecer o processo de regeneração natural em áreas abandonadas, porém, é necessário haver um trabalho de conscientização junto aos proprietários vizinhos à Flona de Pacotuba, para melhor conservação da unidade, garantindo assim a manutenção dos processos ecológicos e serviços ambientais promovidos por ela.

Palavras-chave: Flona de Pacotuba. RPPN Cafundó. Sensoriamento remoto. Cobertura vegetal.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo Geral.....	2
1.1.2 Objetivos Específico	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A Mata Atlântica	3
2.2 Unidades de Conservação.....	5
2.3 Sensoriamento Remoto e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).....	7
3 METODOLOGIA.....	8
3.1 Área de Estudo	8
3.1.1 Floresta Nacional de Pacotuba.....	8
3.1.2 Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó.....	9
3.2 Escolha de Imagens	10
3.3 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada.....	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5 CONCLUSÕES	21
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Intervalo das classes representativas das mudanças da cobertura vegetal na área em estudo	13
Tabela 2 – Quantificação das classes representativas referentes às mudanças da cobertura vegetal na Flona de Pacotuba	17
Tabela 3 – Quantificação das classes representativas referentes às mudanças da cobertura vegetal na RPPN Cafundó	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Flona de Pacotuba e RPPN Cafundó	9
Figura 2 – Imagens de NDVI na região da Flona de Pacotuba e RPPN Cafundó para os anos de 1990 e 2010	14
Figura 3 – Mapeamento das mudanças na cobertura vegetal na Flona de Pacotuba e em um buffer de 500m nos anos de 1990, 2000 e 2010.....	16
Figura 4 – Mapeamento das mudanças na cobertura vegetal na RPPN Cafundó e em um buffer de 500m nos anos de 1990, 2000 e 2010.....	19

1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são os ecossistemas que possuem a maior riqueza e diversidade da terra, abrigando 20% a 40% das espécies de animais e plantas (MYERS, 1991). Ao passo que vem acontecendo o aumento da ocupação humana, a degradação nesses ecossistemas ocorre devido à transformação das florestas nativas em áreas cultivadas (RAMANKUTTY e FOLEY, 1998). Deste modo, o processo de fragmentação, que altera os padrões de distribuição espacial nas florestas, afeta negativamente a biodiversidade, contribuindo para a perda de habitat (LAURANCE, 2000). Apesar de estarem degradadas, tais áreas têm a capacidade de se regenerar, tendo como base os processos ecológicos que ocorrem na regeneração natural (MARTINS, 2012).

Na sucessão florestal secundária, a regeneração natural é o crescimento e restabelecimento de um ecossistema florestal em razão de uma perturbação natural ou humana. Ela pode ser definida ainda como um processo ecológico de auto-organização, impulsionada pela colonização e pelo conjunto de comunidades de espécies das áreas de origem, e, portanto, depende muito da estrutura e composição da paisagem circundante, além da resiliência no local a ser restaurado (CHAZDON, 2014).

Unidades de Conservação (UC's) oferecem condições propícias para o desenvolvimento da regeneração natural tanto dentro dos seus limites quanto nas suas proximidades (zona de amortecimento), pois são locais onde os solos não foram altamente degradados, diversas fontes naturais de sementes crescem nas proximidades, e existe a presença de fauna de dispersão de sementes. (CHAZDON, 2014).

As zonas de amortecimento são definidas para minimizar ou mesmo evitar impactos sobre as UC's, pois nelas ocorrem atividades econômicas que podem gerar impactos negativos sobre os ecossistemas que se quer proteger no interior da unidade. Por exemplo, em ecossistemas florestais, o corte raso da vegetação nativa até o limite da unidade expõe a área a ventos e luminosidade excessivos, que degradam as florestas situadas na borda da unidade, comprometendo a área efetivamente protegida. Assim, a

existência e manutenção da vegetação nativa é essencial para a conservação da unidade (GANEM, 2015).

Atualmente um dos desafios nas UC's é o monitoramento mais preciso da regeneração natural. Em geral, as UC's possuem grandes áreas e zonas de amortecimento, o que dificulta o processo de avaliação da regeneração natural nesses locais. A avaliação da regeneração na zona de amortecimento indica a influência da UC nas suas proximidades e sua contribuição para biodiversidade da área. Uma forma objetiva e rápida de realizar a avaliação da regeneração natural, tanto dentro da área da unidade quanto na sua zona de amortecimento, é através das técnicas de sensoriamento remoto, por meio das imagens de satélite que permitem o acompanhamento temporal e espacial das mudanças que se sucedem na paisagem, sendo que uma das maneiras de quantificar a alteração ocorrida é por meio da utilização de Índices de Vegetação.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o processo de regeneração natural na região da Floresta Nacional de Pacotuba e Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó entre os anos de 1990 e 2010, por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Calcular o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para cada ano em estudo;
- b) Verificar o processo de regeneração natural dentro das Unidades de Conservação e nas suas proximidades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Mata Atlântica

A Mata Atlântica primariamente se estendia por cerca de 1.300.000 km² em 17 estados do território brasileiro através das Florestas Ombrófilas Densas, Florestas Ombrófilas Mistas, Florestas Estacionais Semidecíduais, Florestas Estacionais Decíduais, Florestas Ombrófilas Abertas e os ecossistemas associados como campos de altitude, restingas e manguezais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Durante os últimos 500 anos a Mata Atlântica tem sido explorada e destruída, sendo substituída primeiramente por cana de açúcar na região do Nordeste (século XVI) e em seguida por café no Rio de Janeiro e São Paulo (XVIII e século XIX), por criação de gado em São Paulo e Minas Gerais (XIX e do século XX), por cacau na Bahia (século XX), e mais recentemente pela floresta de eucalipto para produção de celulose e papel. A Mata Atlântica também foi substituída por grandes centros urbanos, sendo que cerca de 125 milhões de brasileiros ocupam atualmente o espaço onde antigamente se tinha o bioma, uma vez que todas as capitais estaduais da região sul, sudeste e nordeste estão dentro do domínio da Mata Atlântica. Os poucos fragmentos restantes apresentam diversos tamanhos, formas, estádios de sucessão e situação de conservação (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 1998).

Atualmente, a Mata Atlântica é composta por remanescentes que representam em torno de 22% da vegetação original, porém os fragmentos maiores que 100 hectares representam somente 7% da cobertura original bem conservada. Além disso, a vegetação nativa encontra-se em diferentes estágios de regeneração, devido aos impactos das atividades de exploração econômica e da alta densidade demográfica (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Calcula-se que a Mata Atlântica tenha em torno de 20.000 espécies vegetais, apesar da sua situação fragmentada e bem reduzida, sendo muitas dessas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Esta riqueza de espécies é maior que a da América do Norte (17.000 espécies) e Europa (12.500 espécies). Devido a essa alta biodiversidade e ameaça evidente, a Mata Atlântica é uma região identificada como área prioritária para a conservação da biodiversidade mundial. Devido à proteção da

biodiversidade, a Mata Atlântica presta serviços ambientais muito importantes, como a regulação do fluxo dos mananciais hídricos, assegura o equilíbrio climático e protege encostas das serras, além da preservação de um patrimônio histórico e cultural enorme (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

No sul do estado do Espírito Santo, a Mata Atlântica encontra-se reduzida a pequenos remanescentes tipicamente alterados e isolados, como consequência da ocupação pela cultura de cana de açúcar, café, prática da pecuária, exploração e beneficiamento de rochas ornamentais (ABREU et al., 2013). Um fator motivador para o processo de devastação no sul capixaba foi ocasionado devido a ocupação de terra desordenada (NASCIMENTO et al., 2006).

Entre os remanescentes desta referida região do estado está a Floresta Nacional de Pacotuba e a Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, duas Unidades de Conservação (UC's) que tem como um dos objetivos a manutenção de amostras representativas e viáveis da diversidade biológica da Mata Atlântica (ICMBio, 2015).

Apesar da grande devastação sofrida ao longo dos anos e um número reduzido de remanescentes, o bioma Mata Atlântica tem uma grande capacidade de reação às mais diversas alterações na vegetação por estar localizada em região tropical, onde água e temperatura não são fatores limitantes (NEPSTAD et al., 1991). Um dos pontos chave para esta capacidade de reação positiva está ligado à regeneração natural (GAMA et al., 2002).

A regeneração é um processo natural que faz parte do ciclo de crescimento da floresta e relaciona-se às fases iniciais do seu estabelecimento e desenvolvimento, e decorre assim, de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal (GAMA et al., 2002). A regeneração natural inicia-se pelo processo de sucessão, que é caracterizado pela sequência de comunidades vegetais, animais e microrganismos que vão ocupando uma área de maneira sucessiva ao longo do tempo (KIMMINS; MAILLY, 1996), e para que a sucessão ocorra, os componentes naturais que atuam nela, e que respondem às perturbações do meio, devem estar agindo e presentes, como por exemplo, os agentes de dispersão, as fontes de propágulos, o substrato e as condições microclimáticas (CAMPELLO, 1998).

Em unidades de conservação, devido a presença da floresta, os componentes naturais que atuam na sucessão estão presentes e atuando, facilitando assim a regeneração natural nessas áreas.

2.1 Unidades de conservação

De acordo com a Lei 9.985, de 18/07/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), as Unidades de Conservação são áreas com características naturais relevantes, com limites definidos e objetivos de conservação. Elas são instituídas pelo poder público, seja na esfera Federal, Estadual ou Municipal, e estão sob regime especiais de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. Estas áreas são divididas em dois grupos: Proteção Integral e Uso Sustentável (BRASIL, 2000).

A Lei 9.985, de 18/07/2000 define como Unidades de Conservação de Proteção Integral as áreas protegidas destinadas à manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus atributos naturais. O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques Nacionais, Monumentos Naturais e Refúgios de Vida Silvestre (BRASIL, 2000).

A mesma lei define Unidades de Uso Sustentável como áreas destinadas à exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável. Esse grupo compreende as Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável, Florestas Nacionais (Flona) e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN). Estas duas últimas, no estado do Espírito Santo, compreendem uma área de 9003,61 ha, representadas por 49 unidades (ICMBio, 2015; IEMA, 2015).

O conceito de Flona, instituído pela lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação “é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente

nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas”. Já a RPPN, segundo a lei do SNUC “é unidade de conservação de domínio privado, com o objetivo de conservar a diversidade biológica” (BRASIL, 2000).

No sul do estado do Espírito Santo, estas duas categorias de UC são representadas pela Floresta Nacional de Pacotuba (Flona de Pacotuba) e pela Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó (RPPN Cafundó), ambas localizadas no município de Cachoeiro de Itapemirim. A FLONA de Pacotuba foi criada pelo Decreto s/nº de 13 de dezembro de 2002 com uma área total de 450,59 hectares, sendo seus objetivos de criação a promoção do manejo de uso múltiplo dos recursos naturais, a recuperação de áreas degradadas, a manutenção e a proteção dos recursos hídricos e da biodiversidade, a educação ambiental, e também o apoio ao desenvolvimento do métodos de exploração sustentável dos recursos naturais das áreas limites (ICMBio, 2011).

A RPPN Cafundó foi criada por meio da Portaria IBAMA nº 62 de 19 de maio de 1998, sendo a primeira Unidade de Conservação dessa categoria no estado do Espírito Santo (IBAMA, 1998). Seus objetivos básicos são o desenvolvimento e disseminação de práticas ambientais nas áreas de pesquisa, educação ambiental e turismo, atentando-se para o uso racional dos recursos renováveis. No Estado, a RPPN Cafundó é a segunda mais expressiva em termos de tamanho, com 517 hectares (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Essas duas unidades de conservação estão inseridas no projeto Corredores Ecológicos do estado do Espírito Santo. O projeto é executado por órgãos do Governo Federal e Estadual, sob a supervisão do Comitê Estadual da Reserva da Biosfera. Neste contexto, o corredor “Burarama-Pacotuba-Cafundó” foi o primeiro a ser definido e também o primeiro a iniciar o processo de implantação, em 2004. Possui cerca de 7.800 hectares, onde estão inseridas as duas UC’s supracitadas. Inicialmente, este corredor surgiu com a proposta de interligar a RPPN Cafundó à Flona Pacotuba. A ampliação aconteceu durante as oficinas de planejamento, quando lideranças comunitárias de Burarama solicitaram a inserção do distrito no corredor, devido ao

valor paisagístico, remanescentes florestais e importância hídrica, já que a região protege nascentes de córregos e ribeirões que cortam as duas unidades de conservação (ICMBio, 2011).

2.2 Sensoriamento remoto e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

O sensoriamento remoto é um instrumento para a aquisição de dados da superfície terrestre, que utiliza faixas espectrais de bandas no espectro eletromagnético, índices e combinação de bandas para a análise da vegetação e de eventos antrópicos (JACKSON e HUETE, 1991). Os dados obtidos pelo sensoriamento remoto podem ser aplicados no monitoramento dinâmico temporal dos parâmetros biofísicos e estruturais da vegetação por meio das comparações temporais e espaciais da atividade fotossintética da terra (WANG et al., 2003).

Os sensores remotos são dispositivos que registram a radiação eletromagnética que é expressa como comprimento de ondas no espectro eletromagnético, através da energia liberada pelo sol (NOVO, 1998), assim, existe um comportamento de onda no espectro eletromagnético para cada alvo da superfície da terra (RAMOS et al., 2010). Estes dispositivos permitem analisar as modificações da cobertura vegetal ao longo do tempo e a distribuição espacial das áreas cultivadas, possibilitando o monitoramento das áreas com vegetação.

No caso da vegetação, quando a radiação proveniente do sol atinge a superfície terrestre, ela interage com a planta e resulta em três frações. Uma fração é absorvida pelos pigmentos que estão nas folhas (fenômeno denominado absorvância); uma outra fração é transmitida através das camadas de folhas que compõe a copa e as folhas das plantas (transmitância); e uma terceira parte desta radiação sofre o processo de reflexão (reflectância), ou seja, é refletida pelas folhas, faixa essa que é utilizada para a determinação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (MOREIRA, 2003).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é frequentemente utilizado para estabelecer relações entre o padrão de evolução da cobertura vegetal ao

longo do tempo (MOTTA et al., 2003), e ele está entre os índices de vegetação usualmente empregado nesse tipo de análise. Existem outros comumente utilizados como a Razão Simples (Simple Ratio – SR), o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (Soil Adjusted Vegetation Index - Savi) desenvolvido para minimizar o efeito das variações do brilho do solo, e com o desenvolvimento do sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (Modis), criou-se o Índice De Vegetação Realçado (Enhanced Vegetation Index - EVI) (FERRAZ et al., 2013).

O NDVI, proposto por Rouse et al. (1973), é calculado a partir de valores de reflectância das bandas referentes ao espectro do vermelho (400 a 700 nm) e ao infravermelho próximo (700 a 1.300 nm), que são respectivamente as bandas de número 3 e 4 no sensor *Thematic Mapper* (TM) do satélite LANDSAT 5, utilizado nesse trabalho.

Os índices de vegetação vêm sendo utilizados na determinação e estimativa da radiação fotossinteticamente ativa, biomassa e do índice de área folia, e principalmente no monitoramento de áreas vegetadas (NOVO, 1998).

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

3.1.1 Floresta Nacional de Pacotuba

A Floresta Nacional de Pacotuba e sua Zona de Amortecimento situam-se integralmente no município de Cachoeiro de Itapemirim – ES (Figura 1), e sua sede administrativa encontra-se entre as coordenadas geográficas 20°45'09''S e 41°17'28''W. Essa UC encontra-se inteiramente no bioma Mata Atlântica, na formação Floresta Estacional Semidecidual Submontana, com uma área total de 450,59 ha. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como Aw, ou seja, clima quente e úmido, com estação seca em outono-inverno, no qual a maior percentagem de chuvas cai no verão e o mês mais seco apresenta um total de 60 mm ou menos (ICMBio, 2011).

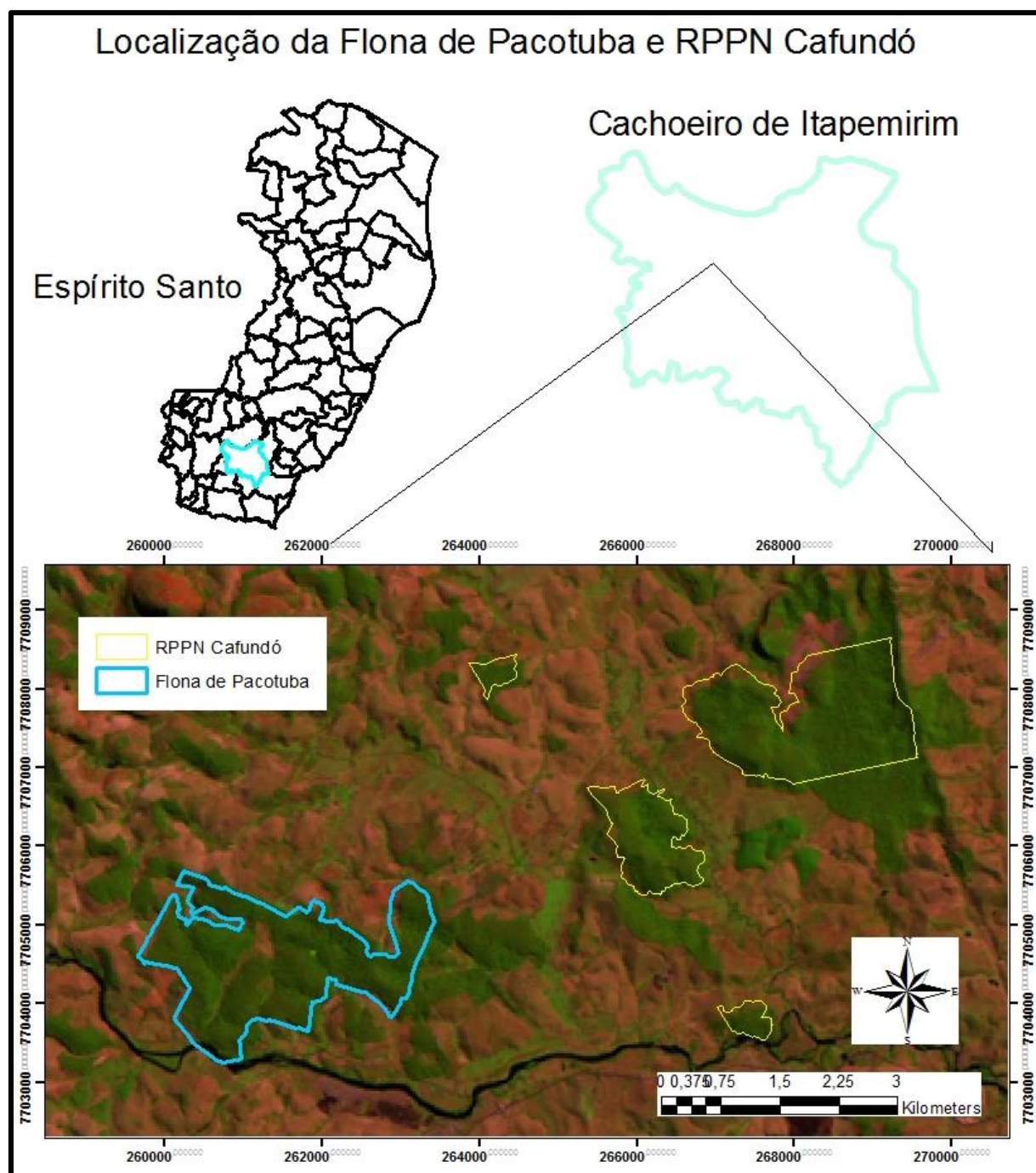


Figura 1 – Localização da Flona de Pacotuba e RPPN Cafundó. Fonte: o autor.

3.1.2 RPPN Cafundó

A Reserva Particular de Patrimônio Natural Cafundó, no município de Cachoeiro de Itapemirim - Espírito Santo (Figura 1). A unidade é dividida em quatro áreas com um total de 517,00 ha (PIROVANI et al., 2015). O clima da região enquadra-se no tipo Aw (inverno seco e verão chuvoso), de acordo com a classificação

de Köppen (WORLD MAP OF KÖPPEN–GEIGER, 2000). A vegetação é classificada de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2012) como Floresta Estacional Semidecidual Submontana.

A maior parte da paisagem do entorno da unidade é ocupada por pastagem e remanescentes florestais, e em pequena escala por campos sujos, solo exposto, área agrícola e área urbana (PIROVANI et al., 2011).

3.2 Escolha das Imagens

Foram selecionadas imagens do sensor TM/Landsat-5, referentes as órbitas 216 do ponto 74, adquiridas gratuitamente no website do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, para realizar o cálculo do NDVI para os anos de 1990, 2000 e 2010. Entre as imagens disponíveis neste catálogo online, optou-se por utilizar imagens do período seco nos anos escolhidos, para que assim fosse possível comparar imagens em uma mesma estação do ano, com ciclo anual da vegetação e de chuva equivalentes.

O processamento das imagens foi realizado no ambiente computacional ArcGIS 10.2.2® (ESRI, 2013). A partir das imagens selecionadas foi gerado a composição RGB de cada imagem e as correções geométricas foram feitas para as três imagens, com o auxílio de uma imagem ortorretificada Geocover, de modo a manter a integridade geométrica dos mapas. A projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) SIRGAS 2000 foi utilizada no processamento dos mapas.

3.3 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

Para o cálculo do NDVI, foi necessário a transformação dos números digitais das bandas 3 e 4 de cada cena em reflectância. O primeiro passo para obter a reflectância foi calcular a radiância espectral para cada imagem. Para isto, foi utilizada a equação (Eq. 1) proposta por Chander et al., (2009):

$$L_{\lambda} = \left(\frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right) (Q_{cal} - Q_{calmin}) + LMIN_{\lambda} \quad (1)$$

Onde:

L_{λ} = Radiância espectral [$W/(m^2 sr \mu m)$]

Q_{cal} = Valor quantificado do pixel calibrado [DN]

Q_{calmin} = Valor quantificado mínimo do pixel calibrado correspondente a $LMIN_{\lambda}$ [DN]

Q_{calmax} = Valor quantificado máximo do pixel calibrado correspondente a $LMIN_{\lambda}$ [DN]

$LMIN_{\lambda}$ = Radiância espectral no sensor para Q_{calmin} [$W/(m^2 sr \mu m)$]

$LMAX_{\lambda}$ = Radiância espectral no sensor para Q_{calmax} [$W/(m^2 sr \mu m)$]

Em maio de 2003, o sensor TM do satélite LANDSAT 5 sofreu alterações na sua calibração (CHANDER et al., 2007), sendo assim, o cálculo da radiância espectral foi necessário para comparar os dados de sensores em diferentes calibrações, que é o caso deste trabalho. A partir da radiância espectral, foi calculada a refletância aparente de cada imagem. Para isto, foi utilizada a equação (Eq. 2) proposta por Chander et al. (2009):

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \times L_{\lambda} \times d^2}{ESUN_{\lambda} \times \cos \theta_s} \quad (2)$$

Onde:

ρ_{λ} = Refletância aparente

d = Distância entre o sol e terra [em unidades astronômicas]

$ESUN_{\lambda}$ = Irradiação solar média no topo da estratosfera [$W/(m^2 sr \mu m)$]

θ_s = Ângulo de elevação solar [graus]

L_{λ} = Radiância espectral [$W/(m^2 sr \mu m)$]

$\Pi = 3,14159265359$

Durante a conversão de números digitais para reflectância foram criadas pequenas reflectâncias negativas. Esses valores não são válidos e devem ser ajustados como zero. O procedimento para essa correção pode ser encontrado em Firl e Carter (2011).

Após esta etapa, as imagens foram recortadas com um buffer de 500 m para além do limite das unidades, e com os valores de reflectância aparente corrigidos, calculou-se o NDVI por meio da fórmula (Eq. 3):

$$NDVI = \frac{r_{ivp} - r_v}{r_{ivp} + r_v} \quad (3)$$

Onde:

NDVI = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

r_{ivp} = valor de reflectância no espectro da banda do infravermelho próximo;

r_v = valor da reflectância no espectro da banda do vermelho.

O índice varia de -1 a 1. A vegetação apresenta valores maiores do que zero, sendo que valores próximos a 1 indicam uma densidade maior da vegetação; a água apresenta valores negativos e as áreas urbanas ou solos expostos apresentam valores em torno de zero.

Com os NDVIs calculados para cada imagem, fez-se a subtração da imagem de 2010 e 2000, e a subtração da imagem de 2000 e 1990, produzindo duas imagens que representam as mudanças ocorridas entre essas datas. Com os parâmetros média (μ), desvio padrão (σ) e variância (σ^2) das imagens resultantes foram definidas as classes representativas das mudanças da cobertura vegetal (Tabela 1), adaptado de Ferrari et al. (2011).

Tabela 1. Intervalo das classes representativas das mudanças da cobertura vegetal na área em estudo

Classes	Intervalos
Desmatamento	Valores menores que $\mu - \sigma$
Não mudança	Valores entre $\mu - \sigma$ e $\mu + \sigma$
Regeneração	Valores maiores que $\mu + \sigma$

Fonte: adaptado de Ferrari et al. (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise temporal é apresentada na Figura 2 por meio das imagens de NDVI dos anos de 1990 e 2010 da região onde se encontram a Flona de Pacotuba e a RPPN Cafundó. Visualmente, é possível notar claramente a diferença de cenários de NDVI entre o período analisado, tanto na distribuição espacial das cores como nas suas próprias tonalidades. Os tons mais esverdeados nos mapas representam altos índices de vegetação, enquanto que os tons mais avermelhados, os baixos índices.

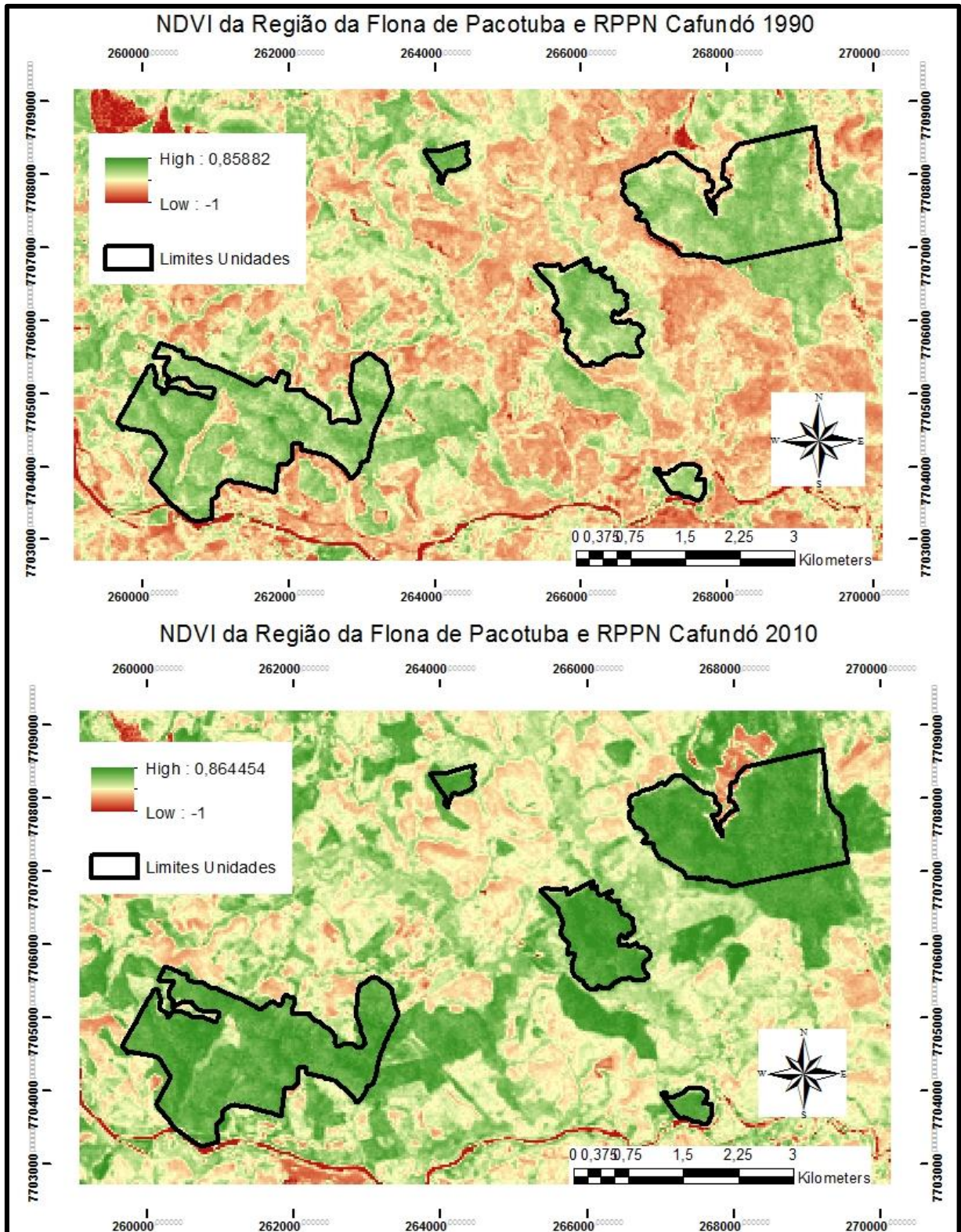


Figura 2 – Imagens de NDVI na região da Flona de Pacotuba e RPPN Cafundó para os anos de 1990 e 2010. Fonte: o autor.

No período de 20 anos houve mudança na paisagem, com o avanço da regeneração natural da vegetação na região (Figura 2). Barbosa et al. (2006) em seu estudo da variabilidade de NDVI de 20 anos no Nordeste do Brasil apontou que as mudanças da cobertura vegetal podem estar ligadas a diversos fatores como a dinâmica natural da vegetação, a ação antrópica e ao regime pluviométrico da região.

Pela Figura 3 é possível verificar as classes representativas das mudanças da cobertura vegetal entre os anos 1990, 2000 e 2010 na área da Flona de Pacotuba por meio de subtração dos NDVIs. A Tabela 2 apresenta numericamente as mudanças da cobertura vegetal para a Flona de Pacotuba tanto nos seus limites quanto nos seus arredores (buffer).

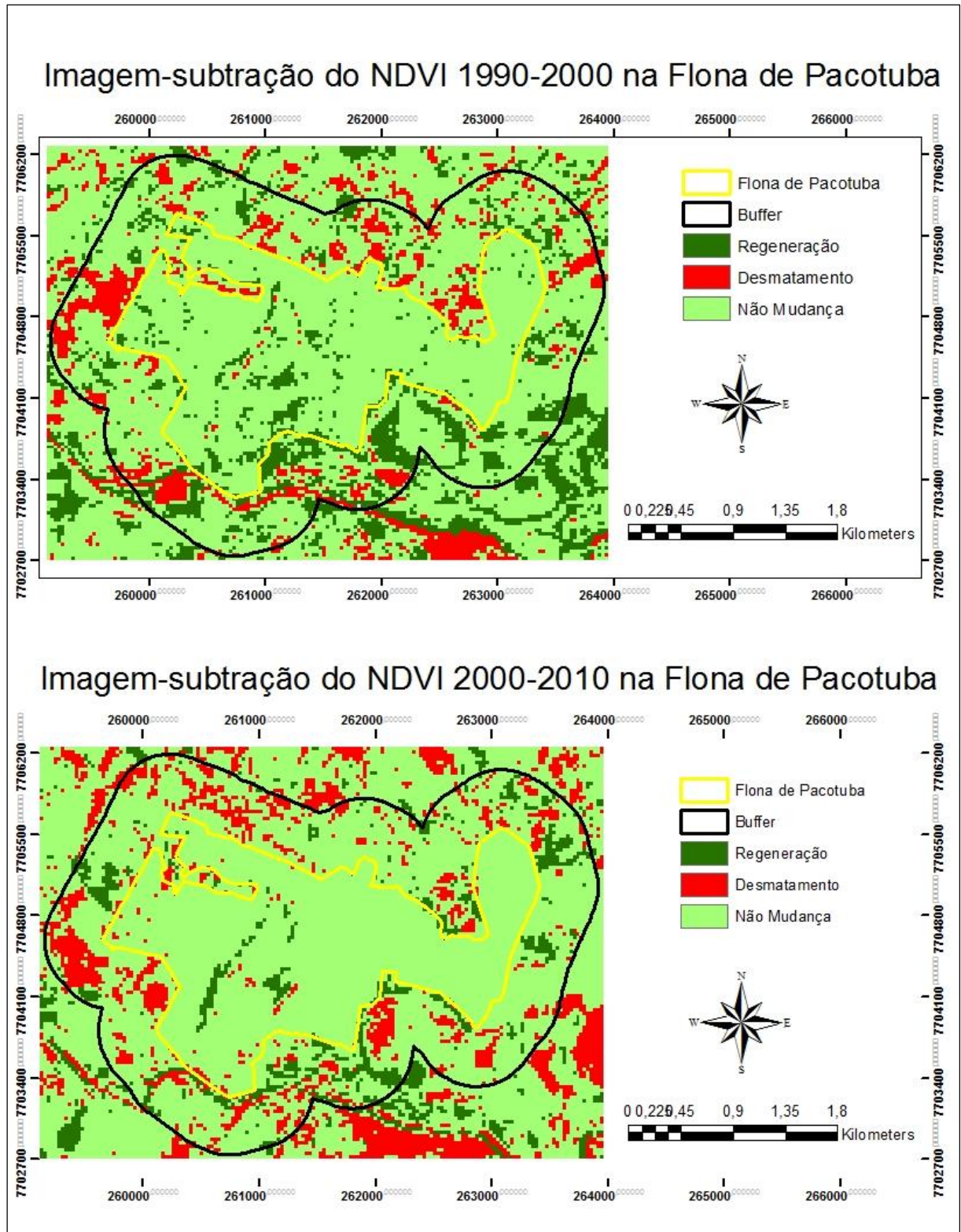


Figura 3 – Imagem-subtração do NDVI 1990-2000 e 2000-2010 na Flona de Pacotuba e em um buffer de 500 m. Fonte: o autor.

Tabela 2 – Quantificação das classes representativas referentes às mudanças da cobertura vegetal na Flona de Pacotuba e em um buffer de 500 m entre os anos 1990 e 2000; 2000 e 2010.

Classes	Ano: 1990-2000				Ano: 2000-2010			
	Área (UC) (ha)	Área (UC) (%)	Buffer (ha)	Buffer (%)	Área (UC) (ha)	Área (UC) (%)	Buffer (ha)	Buffer (%)
Regeneração	35,0	7,7	110,9	15,7	11,5	2,5	65,7	9,3
Desmatamento	3,6	0,8	104,9	14,9	7,1	1,5	115,0	16,3
Sem alteração	412,0	91,5	490,0	69,4	432,0	96,0	525,3	74,4

Fonte: o autor.

É possível observar que entre os anos de 1990 e 2010 houve redução na regeneração natural e leve aumento da área desmatada dentro da Flona. O ganho e a perda de vegetação no entorno da Flona não necessariamente é regeneração natural ou desmatamento, pois se tem a implementação e colheita de plantios florestais e culturas agrícolas na região (Tabela 2).

A Flona de Pacotuba foi criada em 2002, o que pode explicar o decréscimo da regeneração natural com o passar dos anos devido a inexistência de áreas para serem regeneradas. O aumento do desmatamento no segundo período no interior da Flona parece ter ocorrido principalmente nos seus limites (Figura 3). Isso pode indicar uma fragilidade da UC com seus vizinhos, evidenciando a necessidade de fiscalização mais efetiva no seu entorno, assim como a conscientização da importância da Flona para a região. Algumas áreas identificadas como desmatamento no buffer sofreram o processo de remoção ou substituição de culturas agrícolas, como por exemplo, a mancha localizada no limite sudoeste da Flona (Figura 3), onde no ano 2000 era coberta por cultura de café e em 2010 se tornou pasto. Algumas áreas com ocorrência de vegetação arbustiva e subarbustiva esparsa (campo sujo) sofreram desmatamento.

Ramos et al. (2010), analisando o NDVI do Parque Nacional Boqueirão da Onça, no norte da Bahia em 2010, observou que a provável causa do desmatamento é a substituição da cobertura vegetal por atividades econômicas sem sustentabilidade do ecossistema e sem respeito aos limites do parque.

A falta de conscientização dos proprietários vizinhos quanto à importância da zona de amortecimento para a preservação do fragmento faz com que o processo de sucessão secundária no entorno do parque não seja tão efetivo devido à presença de suas propriedades com culturas agrícolas até no limite da UC, interferindo assim na preservação da Flona.

Na Figura 4 é possível verificar as classes representativas das mudanças da cobertura vegetal entre os anos de 1990 e 2000; 2000 e 2010 na área da RPPN Cafundó por meio de subtração de NDVIs. A Tabela 3 apresenta numericamente as mudanças da cobertura vegetal na RPPN Cafundó tanto nos seus limites quanto nos seus arredores (buffer).

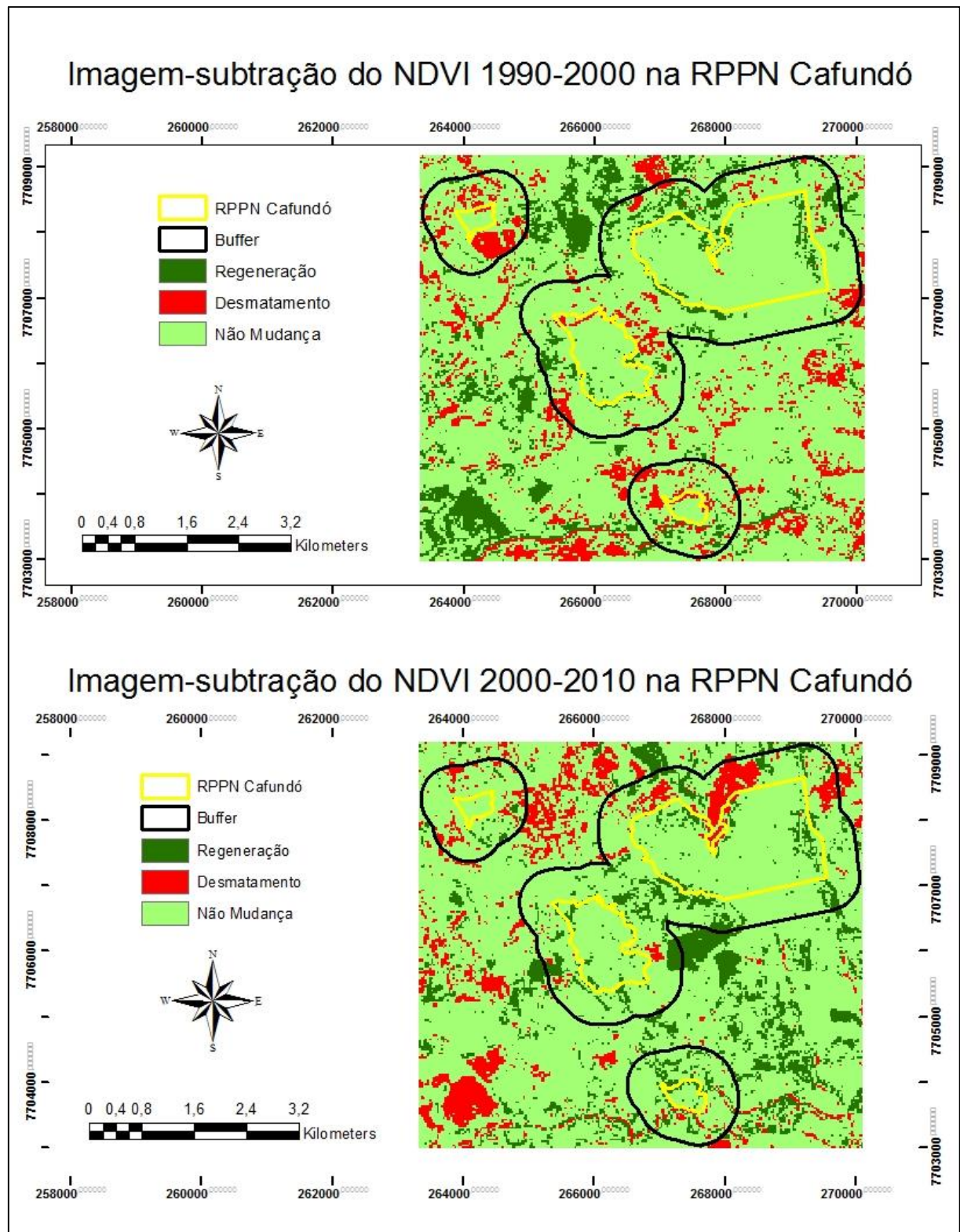


Figura 4 – Imagem-subtração do NDVI 1990-2000 e 2000-2010 na RPPN Cafundó e em um buffer de 500 m. Fonte: o autor.

Tabela 3 – Quantificação das classes representativas referentes às mudanças da cobertura vegetal na RPPN Cafundó.

Classes	Ano: 1990-2000				Ano: 2000-2010			
	Área (UC) (ha)	Área (UC) (%)	Buffer (ha)	Buffer (%)	Área (UC) (ha)	Área (UC) (%)	Buffer (ha)	Buffer (%)
Regeneração	30,3	5,8	106,6	9,1	43,0	8,3	154,3	13,1
Desmatamento	11,4	2,2	136,3	11,6	10,4	2,0	112,5	9,6
Sem alteração	475,3	92,0	930,8	79,3	463,6	89,7	906,8	77,3

Fonte: o autor.

É possível observar que entre os anos de 1990 e 2010 houve aumento na regeneração natural e leve redução da área desmatada tanto dentro como nas proximidades da RPPN (Tabela 3).

O aumento da regeneração natural nessa UC no segundo período (2000-2010) pode ser devido a maior proteção oferecida pela zona de amortecimento, uma vez que tal área pertence à fazenda em que a RPPN está inserida. Observa-se na Figura 4 que a regeneração neste período ocorreu principalmente nos limites da UC, cujas áreas de buffer também parecem ter maior expressividade de regeneração natural. Por meio de comunicação informal com o atual proprietário da RPPN, a área vem sendo preservada por gerações da sua família, favorecendo o processo de regeneração natural. Deste modo, nota-se que há uma relação direta entre a unidade de conservação e a regeneração natural no seu entorno (zona de amortecimento), principalmente devido à proximidade entre os fragmentos que compõe a unidade e pelo fato do proprietário da RPPN ser o mesmo na zona de amortecimento, dando prioridade a floresta e sua sucessão em vez de utilizar a terra para cultivo agrícola.

Algumas áreas identificadas como regeneração são culturas que foram implantadas, como por exemplo, a mancha ao sudoeste do maior fragmento que compõe a unidade. Nessa área foi implantada cultura de eucalipto entre 2000 e 2010, não podendo ser considerado assim regeneração natural.

Costa et al. (2011) realizaram a avaliação da cobertura vegetal na RPPN Cafundó, por meio de subtração de imagem e NDVI, entre os anos de 1987 e 2009, e

chegaram ao resultado de 10,83% de área desmatada, 78,42% de não mudança e 10,75% de regeneração nesse intervalo de 22 anos. Não se pode fazer a comparação entre os resultados obtidos por Costa et al (2011) com este trabalho pois a metodologia e área de estudo não são totalmente iguais.

5 CONCLUSÕES

O processo de regeneração natural está ocorrendo em ambas UCs, tanto no interior quanto no entorno, desde o ano de 1990 até o ano de 2010 de acordo com o NDVI calculado.

Na Flona de Pacotuba houve redução do desenvolvimento da regeneração no período 2000 e 2010, devido provavelmente a falta de consciência dos proprietários de terras adjacentes, cultivando espécies agrícolas até a borda da unidade e não respeitando os limites da mesma, o que contribuiu para o aumento do desmatamento no mesmo período.

Na RPPN Cafundó houve um aumento contínuo da regeneração até o ano de 2010. Esse aumento pode ser justificado pela iniciativa do proprietário da unidade em favorecer o desenvolvimento da sucessão secundária principalmente na zona de amortecimento, na qual lhe pertence, não utilizando essa área com culturas agrícolas.

Neste contexto, pode-se concluir que as UCs tem potencial para favorecer o processo de regeneração natural em áreas abandonadas, promovendo a sucessão florestal e, conseqüentemente, o aumento da cobertura florestal na região. No entanto, é necessário haver um trabalho de conscientização mais efetivo junto aos proprietários vizinhos à Flona de Pacotuba, para que sua zona de amortecimento e a zona limítrofe da UC possa ser conservada, garantindo a manutenção dos processos ecológicos e serviços ambientais promovidos por ela.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, K. M. P.; SILVA, G. F.; SILVA, A. G.; Análise fitossociológica da Floresta Nacional de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES – Brasil. **SciELO/CERNE**, Lavras, v. 19, n. 1, Jan./Mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602013000100019&script=sci_arttext>. Acesso em: 25 ago. 2015.
- BAETHGEN, W.E. A 20-year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.67, p. 288-307, 2006. 21 out. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 31 ago. 2015.
- CAMPELLO, E. F. C. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas, In DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.) – **Recuperação de áreas degradadas**, Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.183-202.
- CHANDER, G., MARKHAM, B. L.; BARSÍ, J. A. Revised Landsat 5 Thematic Mapper radiometric calibration. **IEEE Trans. Geosc. And Remote Sens.**, v.44, p.490–494,2007.
- CHANDER, G.; MARKHAM, B. L.; HELDER D. L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. **Remote Sensing of Environment**, 113, 893-903, 2009.
- CHANDER, G.; MARKHAM, B. Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. **IEEE Trans. Geosc. And Remote Sens.**, v. 41, n. 11, p. 2674-2677, 2003.
- CHAZDON, R. Advancing the role of natural regeneration in large-scale forest restoration. **Landscapes for People, Food and Nature**. 2014. Disponível em: <http://peoplefoodandnature.org/blog/advancing-the-role-of-natural-regeneration-in-large-scale-forest-restoration>. Acesso em: 24 set. 2015.
- COSTA, M. F.; FRAGA FILHO, C. V.; MENDES, H. A.; MARTINS, L. T.; SANTOS, A. R. **Utilização de subtração de imagem e NDVI na avaliação da cobertura vegetal na RPPN Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, ES**. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011. p. 1918-1925.
- FERRARI, J. L.; SANTOS, A. R.; GARCIA, R. F. 2011. **Análise da vegetação por meio da subtração de imagem ndvi na sub-bacia hidrográfica do córrego do horizonte, Alegre, ES**. Engenharia Ambiental 8(3): 3-18.

FERRAZ, P.; MONTEIRO, C.; FILHO, R. A. **Índices de vegetação simulados de diferentes sensores na estimativa das variáveis biofísicas do feijoeiro**. n. 1, p. 433–441, 2013.

FIRL, G. J.; CARTER, L. **Calculating Vegetation Indices from Landsat 5 TM and Landsat 7 ETM+ Data**. Colorado: Colorado State University/Ecology Laboratory. 2011. Disponível em: <http://ibis.colostate.edu/WebContent/WS/ColoradoView/TutorialsDownloads/CO_R_S_Tutorial10.pdf>. Acesso em: 7 set. 2015.

FOLHES, M. T. **Uma aplicação da banda termal do TM/Landsat 5 no gerenciamento dos recursos hídricos**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3009-3016. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.14.25/doc/3009.pdf>. Acesso em: 3 set. 2015.

Fundação S.O.S. Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 1998. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995**. São Paulo.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. de M. Composição florística e estrutural da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.5, p.559-566, 2002.

GANEM, R. S. **Zonas de amortecimento de unidades de conservação**. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012. 274 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Portaria nº 62, de 20 de maio de 1998. Reconhece mediante registro a Reserva Particular de Patrimônio Natural Cafundó. Brasília, 1998. Disponível em: <http://sistemas.icmbio.gov.br/site_media/portarias/2010/09/06/ES_RPPN_fAZENDA_bOA_eSPERAN%C3%87A.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2015.

INSTITUTO CHICO MENDES DA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Unidades de Conservação**, 2015. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros.html>>. Acesso em: 28 set. 2015.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Pacotuba**, p. 1, 2011. Disponível em: <www.icmbio.gov.br/portal/.../Volume_I_Pacotuba_Junho_2011.pdf>. Acesso em: 2 set. 2015

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Reserva Particular do Patrimônio Natural**, 2015. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp?pagina=17182>>. Acesso em: BARBOSA, H. A.; HUETE, A. R.;

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Unidades de Conservação**, 2015. Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp?pagina=17184>. Acesso em: 28 set. 2015.

JACKSON, R. D.; HUETE, A. R. **Interpreting vegetation indices. Preventive Veterinary Medicine**, v.11, n.3-4, p.185-200, 1991.

KIMMINS, J. P.; MAILLY, D. Ecological succession: processes of change in ecosystem. In: KIMMINS, J. P. (Ed.). **Forest Ecology**. New York: Macmillan Publishing Company, 1996. p. 399-348.

LAURANCE, W. F. **Rainforest fragmentation kills big trees**. v. 404, n. April, p. 2000, 2000.

LOBATO, R.; MENEZES, J.; LIMA, L. A.; SAO IENZA, J. A. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada para Análise da Redução da Mata Atlântica na Região Costeira do Distrito de Tamoios – Cabo Frio/RJ. **Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO** v.01, n.01, p.14-22, 2010. Disponível em: <www.cadegeo.uff.br/index.php/cadegeo/article/download/2/2+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 2 set. 2015.

MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados** – Viçosa, MG: Ed. UFV, 293p, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - CNUC**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cadastro_uc>. Acesso em: 31 ago. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Mata Atlântica**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>. Acesso em: 25 ago. 2015.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2.ed. Viçosa - MG: UFV, 2003.

MOTTA, J.L.; FONTANA, D. C.; WEBER, E. Evolução temporal do NDVI/NOAA em áreas cobertas por pixels com proporções variáveis de soja, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, n.2, p.353-369, 2003.

MYERS, N. Tropical forests: present status and future outlook. **Climatic Change**, 19(1-2): 3-32, 1991.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do

Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 389-398, 2006.

NEPSTAD, D. C.; UHL, S.; SERRÃO, E. S. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: Forest recovery and agricultural restoration. **Ambio**. 1991.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. São Paulo: Edgar Blucher, p 308, 1998.

PIROVANI, D. B., SILVA, A. G., SANTOS, A. R., SILVA, L. G. **Caracterização do uso e Ocupação da Terra no Entorno da RPPN Cafundó, em Cachoeiro de Itapemirim, ES**. In: XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2011.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.. Análise Da Paisagem E Mudanças No Uso Da Terra No Entorno Da RPPN Cafundó, ES. **CERNE**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 27-35, Mar. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602015000100027&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 28 Set. 2015.

RAMANKUTTY, N.; FOLEY, A. **Characterizing patterns of global land use: An analysis of global croplands data**. v. 12, n. 4, p. 667–685, 1998.

RAMOS, R. R. D.; LOPES, H. L.; MELO JUNIOR, J. C. F.; CANDEIA, A. L. B.; SIQUEIRA FILHO, J. A. **Aplicação do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Avaliação de Áreas Degradadas e Potenciais para Unidades de Conservação**. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 2010.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, vol. 142, p. 1141-1153, 2009.

ROUSE, J.W., HAAS; R.H., SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS**, Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, 309- 317,1973.

WANG, Z. X.; LIU, C.; HUETE, A. From AVHRRNDVI to MODIS-EVI: Advances in vegetation index research. **Acta Ecologica Sinica**, v.23, n.5, p.979-988, 2003.

WORLD MAP OF KÖPPEN – GEIGER CLIMATE CLASSIFICATION MAIN CLIMATES. p. 2000, 2000. Disponível em: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm>. Acesso em: 31 out. 2015.