
USO E APLICAÇÃO DO IVDN COMO INDICADOR DE AMBIENTE DEGRADADO NO ENTORNO DE ÀREA PROTEGIDA - RESERVA BIOLÓGICA DE SALTINHO – PE, BRASIL

JOSEMARY SANTOS E SILVA OLIVEIRA¹

TIAGO HENRIQUE DE OLIVEIRA²

JOSICLÉDA DOMINCIANO GALVÍNIO³

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Centro de Filosofia e Ciências Humanas - CFCH
Departamento de Ciências Geográficas, Recife, PE

¹josy.santos04@gmail.com, ²thdoliveira50@gmail.com, ³josicleda@hotmail.com

RESUMO - A principal finalidade deste artigo é identificar as áreas degradadas na zona de amortecimento da Reserva Biológica Saltinho Pernambuco - Brasil, localizada nos municípios de Tamandaré, Rio Formoso e Barreiros. Através da utilização das imagens de satélite e validação realizada nos trabalhos de campo, o presente estudo através do uso de índice de vegetação elaborou mapas que permitiram levantar informações sobre o estado atual da vegetação fornecendo informações relevantes sobre os ecossistemas naturais existentes, usos antrópicos e possibilidades de manejo. Foi realizada uma classificação supervisionada identificando os valores de nuvem, sombra e usos múltiplos. O valor estimado através do índice de vegetação IVDN, indicou áreas degradadas, fortemente degradadas, susceptível a degradação e em bom estado de conservação. As bordas do fragmento foram identificadas como mais susceptíveis aos processos de degradação provocados pela ação antrópica, e os núcleos das áreas da REBIO como local mais preservado. Neste sentido, foi possível inferir que índices de vegetação podem atuar como indicadores ambientais eficientes na gestão e conservação de áreas degradadas e susceptíveis a degradação.

ABSTRACT - The main purpose of this article is to identify the degraded areas in the buffer zone of the Biological Reserve Saltinho Pernambuco - Brazil, located in the municipalities of Tamandaré, Rio Formoso and Barreiros. Through the use of satellite images and validation performed on fieldwork, this study through the use of vegetation indices produced maps that allowed to gather information about the current state of vegetation providing relevant information on existing natural ecosystems, anthropogenic uses and management possibilities. It was made a supervised classification identifying cloud values, shadow and multiple uses. The estimated values through the NDVI vegetation index indicated degraded areas, heavily degraded, susceptible to degradation and in good condition. The borders of the fragment were identified as most susceptible to degradation processes caused by human action, and the core areas of REBIO as most preserved location. In this sense, it was possible to infer that the vegetation indices can act as efficient environmental indicators in the management and conservation of degraded and susceptible to degradation areas.

1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é reconhecidamente o bioma de grande potencial biológico. As condições naturais de umidade e calor favorecem a existência da grande diversidade de espécies endêmicas da fauna perdendo apenas para a floresta Amazônica. A riqueza da biodiversidade está na importante função da polinização de flores e dispersão de frutos e sementes (CARNEIRO et. al., 2014). Apesar da riqueza biológica e da importância para a manutenção dos ecossistemas associados, o desmatamento continua avançando e comprometendo sua existência. Segundo estudos da fundação SOS Mata Atlântica e INPE (2015), os municípios da área de interferência do bioma desmataram o equivalente a 184 Km² no período de 2014 a 2015. O processo histórico do uso dos recursos naturais da Floresta Atlântica no Brasil, em particular no Nordeste, reflete a exploração deste ecossistema nos diferentes ciclos econômicos durante o período de colonização, estas ações provocaram a diminuição e quase extinção deste bioma (COSTA LIMA, 1998). Segundo Tabarelli et. al. (2006), a cobertura original correspondia a 28% do seu território, atualmente esta cobertura totaliza 3%, da floresta remanescente distribuídas em fragmentos que estão gradativamente sendo reduzidos.

Segundo Pereira et. al. (2014), o longo processo de devastação da floresta Atlântica contribuiu para a perda da qualidade dos fragmentos florestais, a redução progressiva da área florestada interfere diretamente na qualidade dos

remanescentes que estão isolados em pequenos núcleos e submetidos as mais diferentes pressões antrópicas. Tambosi (2008), afirma que a criação de uma legislação específica na proteção da Mata Atlântica e seus ecossistemas associados favorece a manutenção dos seres vivos que habitam nestes locais como também garante a subsistência das comunidades que de forma sustentável utilizam os recursos da floresta. As unidades de conservação de uso integral e de uso sustentável têm contemplado as necessidades de proteção e conservação do bioma Mata Atlântica, porém o fato de muitas vezes estar em núcleos isolados e sofrendo interferências no seu entorno suas funções ambientais e a manutenção de seu ecossistema tem sido comprometida.

A Reserva biológica de Saltinho está localizada em uma área de grande interesse econômico, social e ambiental. Estabelecida nos limites dos municípios de Tamandaré, Rio Formoso e Barreiros no litoral Sul de Pernambuco, a REBIO Saltinho faz parte das unidades de conservação de uso integral, tem seus usos definidos pelo Sistema Nacional das Unidades de Conservação (SNUC), que define a REBIO como: “*área destinada à preservação da diversidade biológica, onde podem ser efetuadas medidas de recuperação de ecossistemas alterados e de preservação e recuperação do equilíbrio natural, da diversidade biológica e dos processos ecológicos naturais*” (MMA. 2013). Nestes locais as atividades humanas são proibidas exceto as atividades voltadas à pesquisa e conservação ambiental, porém apesar das restrições, ações perturbadoras são frequentemente realizadas na reserva e no seu entorno. Os problemas mais significativos são observados na sua área limítrofe como a caça, pecuária, retirada da cobertura vegetal para o cultivo de culturas agrícolas e o corte de lenha. Oliveira (2006), afirma que as áreas de proteção ambiental são locais que despertam diferentes interesses e objetivos de apropriação. De um lado residem as questões econômicas daqueles que tem poder de interferir de forma significativa alterando a paisagem com a retirada da vegetação para construção de residências e empreendimentos, e do outro, os moradores locais, que precisam dos recursos da floresta como meio de subsistência.

O conhecimento das características físicas, ambientais, sociais e econômicas dos locais onde existem unidades de conservação, especialmente as de conservação integral e seus limites é necessário, para gestão e mediação dos usos dos recursos florestais utilizados pela população que habita nestes espaços. Diante desta problemática surge a necessidade de solucionar a questão com a utilização de ferramentas eficientes e de baixo custo. Os indicadores têm surgido neste cenário como um instrumento do planejamento ambiental através da análise qualitativa e quantitativa de áreas degradadas e suscetíveis à degradação. Pode-se dizer que indicadores “*são parâmetros ou funções derivadas deles, que têm a capacidade de descrever um estado ou uma resposta dos fenômenos que ocorrem em um meio*” (SANTOS, 2004). Segundo a referida autora, a função dos indicadores ambientais é de extrema importância para o planejamento público e para a sociedade, pois permitem tanto criar cenários sobre o estado do meio ambiente, quanto aferir ou acompanhar os resultados de uma tomada de decisão. Segundo Poggiani et. al. (1998), os indicadores, quando bem escolhidos, podem ser utilizados para interpretar os fenômenos naturais e permitem estabelecer relações de causa-efeito e cria possibilidade de fazer previsões sobre o comportamento a médio e longo prazo quanto à sustentabilidade do ecossistema. Através da utilização do uso de indicadores é possível estabelecer correlações entre diferentes eventos, levantar hipóteses para embasar novas pesquisas com o objetivo final de averiguar a validade dos indicadores escolhidos.

A utilização das geotecnologias têm gerado excelentes resultados no estudo da cobertura vegetal produzindo conhecimento e entendimento das relações do ambiente físico natural. Segundo Shimabukuro et. al.(2009), o uso do sensoriamento remoto no estudo dos recursos florestais fornece níveis de informação que possibilitam o monitoramento dos recursos florestais, tais informações compreende: a extensão da cobertura vegetal total, o tipo de floresta e as propriedades bioquímicas e biofísicas da floresta. O uso dos dados de sensoriamento remoto permite uma ampla variabilidade de aplicação, sobretudo na análise, detecção e monitoramento das áreas florestadas (BRAZ et. al., 2015). Através das imagens de satélites é possível obter informações sobre o comportamento espectral da vegetação. Os índices de vegetação é o produto do processamento digital das imagens de satélites e podem ser calculados por razão, diferenças e somas pela combinação linear das bandas espectrais. Segundo Braz et. al. (2015), estes índices são operações algébricas que envolvem faixas espectrais de reflectância específicas, permitindo determinar a cobertura vegetal e sua densidade. Os índices de vegetação também servem como indicadores do estado da vegetação e desta forma atuam como ferramentas auxiliando a gestão e o manejo de áreas vulneráveis aos processos de degradação.

Esta ferramenta também supera as dificuldades e desvantagens logísticas de monitoramento dos fragmentos de vegetação que muda periodicamente, bem como se torna útil na avaliação de uma área inacessível (LEE, et al. 2009).

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

2.1 Área de estudo

A área de interesse está localizada no litoral Sul de Pernambuco coordenadas (8° 43' 30''S 35° 20' 0'' W) na Reserva Biológica de Saltinho e seu entorno (Figura 1), municípios de Rio Formoso, Tamandaré e Barreiros. Com população total estimada em 87, 992 habitantes (BDE, 2015), estes municípios estão inseridos em uma área de usos múltiplos como: agricultura de subsistência, agricultura canavieira, pecuária e turismo. Tais atividades sugerem que um limite de interferência seja instituído no entorno da área protegida; o perímetro que delimita a área da REBIO Saltinho é

previsto em lei e segue as normas do CONAMA nº 13/90 (BRASIL, 1990), que estabelece um raio de 10 km a partir da unidade de conservação, também denominado de zona de amortecimento (ZA), este perímetro restringe as ações nocivas ao ambiente protegido e funciona como um filtro minimizando os impactos.

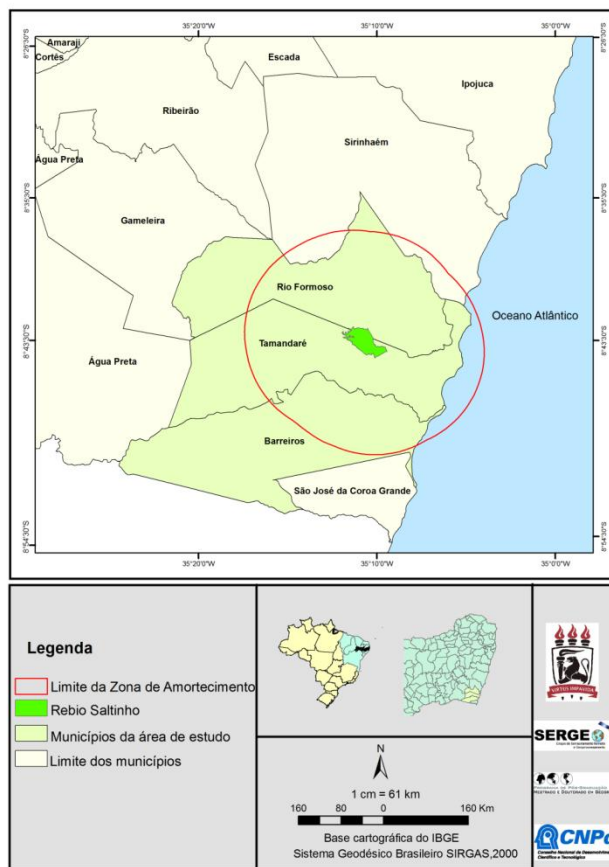


Figura 1. Localização da área de estudo e municípios da zona de amortecimento da REBIO Saltinho.

2.2 Indicadores ambientais

As constantes mudanças da cobertura vegetal e a necessidade de um plano de proteção mais eficaz na área limítrofe e na área protegida do local estudado motivou a busca por soluções de baixo custo e fácil aplicação na análise dos recursos florestais. Dentro desta perspectiva a utilização de indicadores ambientais foi o mais indicado visto que, de acordo com a metodologia de Junior et. al. (2000), a análise da vegetação foi utilizada como variável na classificação de indicador ambiental para áreas legalmente protegidas através da utilização de imagens de satélite. Os indicadores ambientais são definidos pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 1994) op. cit. Junior et. al. (2000), como parâmetro ou valor calculado a partir de parâmetros dando indicações ou descrevendo o estado de um fenômeno do meio ambiente ou de zona geográfica, que tenha alcance superior à informação diretamente dada pelo valor do parâmetro. Segundo Danz (2005), op. cit. Gomes et. al. (2012), indicadores ambientais servem como uma ferramenta para medir e avaliar as consequências das atividades antrópicas no sistema biológico, como também, auxilia gestores público no planejamento e desenvolvimento sócio ambiental da população. Os indicadores para a área de estudo foi associado com os valores obtidos na análise da cobertura vegetal da área através das imagens de satélite e dados radiométricos que permitiram obter valores dos índices de vegetação e classificar o local como degradado, susceptível a degradação e fortemente degradado.

2.3 Processamento de imagens

Foram utilizadas quatro imagens do sensor Thematic Mapper (TM) de órbita 214 ponto 66, do Satélite Landsat 5, obtidas através da Divisão de Geração de Imagens (DGI), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O imageamento da área de estudo corresponde à data de passagem de 10 de maio de 1996, 04 de agosto de 1998, 26 de agosto de 2006 e 06 de setembro de 2010. A escolha das cenas foi feita mediante a menor cobertura de nuvens visto o litoral de Pernambuco ter uma ampla incidência de nuvens. Foi realizado um *buffer* selecionando a zona de

amortecimento e posteriormente foi feito um novo recorte selecionando apenas a REBIO Saltinho. Trabalhos de campo também foram realizados com o intuito de validar os resultados.

Para identificação dos alvos foi feita uma classificação supervisionada que exclui valores digitais correspondentes a nuvens e sombra de nuvens. Este procedimento foi feito no programa Erdas Imagine 9.3 (Licença registrada em nome do Laboratório de Geoprocessamento do DCG - UFPE e do Grupo de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento - Sergeo) através da ferramenta *Classifier* onde alvos selecionados para classificação foram: nuvem, sombra e múltiplos usos. Os valores destes alvos foram retirados das imagens evitando deste modo interpretações falsas dos valores obtidos das análises estatísticas dos índices de vegetação. Posteriormente foram criados através da ferramenta *Model Maker* os modelos de Radiância, Reflectância e IVDN.

2.3.1 Radiância

Radiância é a intensidade média do fluxo radiante de energia solar refletido através de um ângulo sólido na superfície. Pode ser usada para medir cada comprimento de onda emitido ou aferir regiões específicas do espectro eletromagnético, tem origem na infinita intensidade proveniente de cada um dos ilimitados pontos existentes na superfície (L), também designado de L_λ (PONZONI, et al 2012).

O conjunto da radiância ou calibração radiométrica é obtido pela equação (1) proposta por Markham e Baker (1987).

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (1)$$

em que a e b são as radiâncias espectrais mínima e máxima ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$), ND é a intensidade do pixel (número inteiro compreendido entre 0 e 255) e i corresponde às bandas (1, 2, ... e 7) do satélite Landsat 5. Os coeficientes de calibração utilizados para as imagens TM são os propostos por Chander e Markham (2003).

2.3.2 Reflectância

Reflectância é a propriedade de um determinado objeto de refletir a radiação eletromagnética sobre ele incidente é expressa por meio dos chamados fatores de *reflectância* (ρ), que por sua vez podem ser expressos em termos espectrais, recebendo também a designação de ρ_λ . (PONZONI, et al 2012).

A reflectância (Equação 2) de cada banda ($\rho_{\lambda i}$) é definida como sendo a razão entre o fluxo de radiação solar refletido pela superfície e o fluxo de radiação solar global incidente, que é obtida através da equação (Allen *et al.*, 2002):

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{K_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

em que $L_{\lambda i}$ é a radiância espectral de cada banda, $k_{\lambda i}$ é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$), Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_o) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DSA).

2.3.3 Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN)

O Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (Equação 3) ou Normalized Difference Vegetation Index – (NDVI) é obtido através da razão entre a diferença das refletividades do infravermelho próximo ($IV\rho$) e do vermelho ($V\rho$), e a soma das mesmas:

$$IVDN = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (3)$$

onde $IV\rho$ e $V\rho$ correspondem, respectivamente, às bandas 4(infravermelho – próximo) e 3(vermelho –visível) do Landsat 5 – TM. O IVDN atua como um indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde. Seus valores variam de -1 a +1. Para superfícies com alguma vegetação o IVDN varia de 0 e 1; já para a água e nuvens o IVDN geralmente é menor que zero.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar através dos índices de vegetação, mudanças pouco significativas na zona de amortecimento da REBIO Saltinho nos anos de 1996 e 1998. Os valores obtidos neste período indicaram que os fragmentos de vegetação estavam em um bom estado de conservação, com índices que variaram entre de 0,61 a valores $> 0,71$. Para as áreas com vegetação a imagem de 2010 atingiu classes entre 0,51 a $> 0,71$, distinguindo bem as áreas de pastagem, cultivo e vegetação densa. Rosendo *et al.* (2007), afirma que o IVDN possui a propriedade de variar entre -1 a +1 e quanto mais próximo de 1, maior a densidade da cobertura vegetal, já os valores de IVDN < 0 representa o valor aproximado para ausência de vegetação e corpos hídricos conforme observado nos valores obtidos na pesquisa. Demarchi *et al.* (2011), em uma localidade de usos múltiplos semelhantes ao encontrado na área de estudo, encontrou classes de 0,6 a classes $< 0,9$ para áreas de cobertura vegetal densa e mata nativa.

Apesar dos índices mostrarem valores aceitáveis para áreas florestadas alguns fragmentos encontrados neste local, a zona de amortecimento, teve sua cobertura vegetal reduzida no intervalo de 1996, 2006 e 2010. As principais atividades responsáveis pela diminuição estão diretamente ligadas às atividades da agricultura e pecuária. Nas classes de 0,41 - 0,50 os valores obtidos através das imagens e representados no mapa da figura 2, indicaram uma área de vegetação rala e plantio de culturas (coco) e pastagens. Os alvos identificados como solo exposto apresentaram índices que variaram entre 0,10 - 0,30. Nas classes com valores de 0,51 - 0,60 indicaram uma vegetação esparsa em um estado intermediário entre as áreas densas e as áreas de vegetação rala. As áreas com cobertura vegetal que atingiram classes de 0,61 - 0,70 são as áreas de vegetação com um porte mais arbóreo, e as áreas com valores $> 0,71$ são áreas com vegetação densa.

Os índices com valores 0,51 a $> 0,71$ correspondem a pequenos fragmentos que estão isolados nos topos das colinas no entorno da REBIO Saltinho e na área de vegetação de mangue localizada próxima à faixa de praia no estuário do rio Formoso. O comportamento espectral dessas estruturas está em função dos valores obtidos no dossel da vegetação. Sensível às variações ocorridas no substrato superior da floresta o IVDN, consegue separar os alvos que são visíveis sob os dosséis como solo exposto, atribuindo índices com baixos valores para esses alvos e valores altos para substratos mais escuros (JANSEN, 2009). Segundo Rouse *et al.* (1973), citado por Lira *et al.* (2008), o IVDN é um dos índices mais comumente aplicado em razão de compensar a interferência do solo, as variações da atmosfera e as variações do zênite solar. Rêgo *et al.* (2012), afirma que vários índices podem ser alterados em função de diferentes fatores como posição das folhas, arquitetura do dossel, substrato, características químicas das folhas e presença da água.

A aplicabilidade do IVDN, também foi comprovada por Fagundes *et al.* (2015), no processo de identificação dos fragmentos florestais da Mata Atlântica susceptível a degradação. Quinto *et al.* (2012), confirmou a eficiência do IVDN, na identificação de áreas com vegetação densa e em processo de regeneração quando comparou este indicador a outros índices tais como Índice da Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI).

No que se refere à área de estudo, os valores obtidos através da análise temporal refletiram as constantes mudanças não apenas no estrato da vegetação, mas na forma que as atividades localizadas na zona de amortecimento da REBIO contribuíram para a diminuição da cobertura vegetal deste espaço.

De acordo com a metodologia utilizada por Ramos *et al.* (2010), foram utilizadas três classificações para uma área de proteção ambiental na região do submédio do rio São Francisco, apesar de se tratar de ambientes distintos o IVDN, se mostrou eficiente na classificação de áreas degradadas, transição e conservada. Agarez *et al.* (2001), também ressaltou a eficácia da utilização do IVDN, na caracterização dos fragmentos florestais classificando em três grupos florestais de acordo com a quantidade da diversidade de espécies no fragmento analisado correspondendo a: alta, média e reduzida diversidade.

Estudos realizados por Aguiar *et al.* (2016), em fragmentos da Mata Atlântica legitimaram a utilização do IVDN como um bom indicador da presença de vegetação, ressaltando a qualidade da resposta dos dados obtidos nas áreas com alteração mais significativa na cobertura vegetal. No entanto o IVDN, se adequa perfeitamente ao conceito de indicadores ambientais, sugerido pela OECD (*Organization for Economic Corportion and Development*) (1994) Op. Cit. Santos (2004), que afirma que bons indicadores devem ter a capacidade de gerar modelos que representem a realidade, como também o valor atribuído ao número ou ao significado que é dado a ele, tem que ser capaz de exceder sua própria capacidade de demonstração. Ou seja, os indicadores não podem apenas ser um conjunto de números que não representam nenhuma relação com o problema analisado, eles sozinhos têm que expressar a dimensão do que pretendem mostrar.

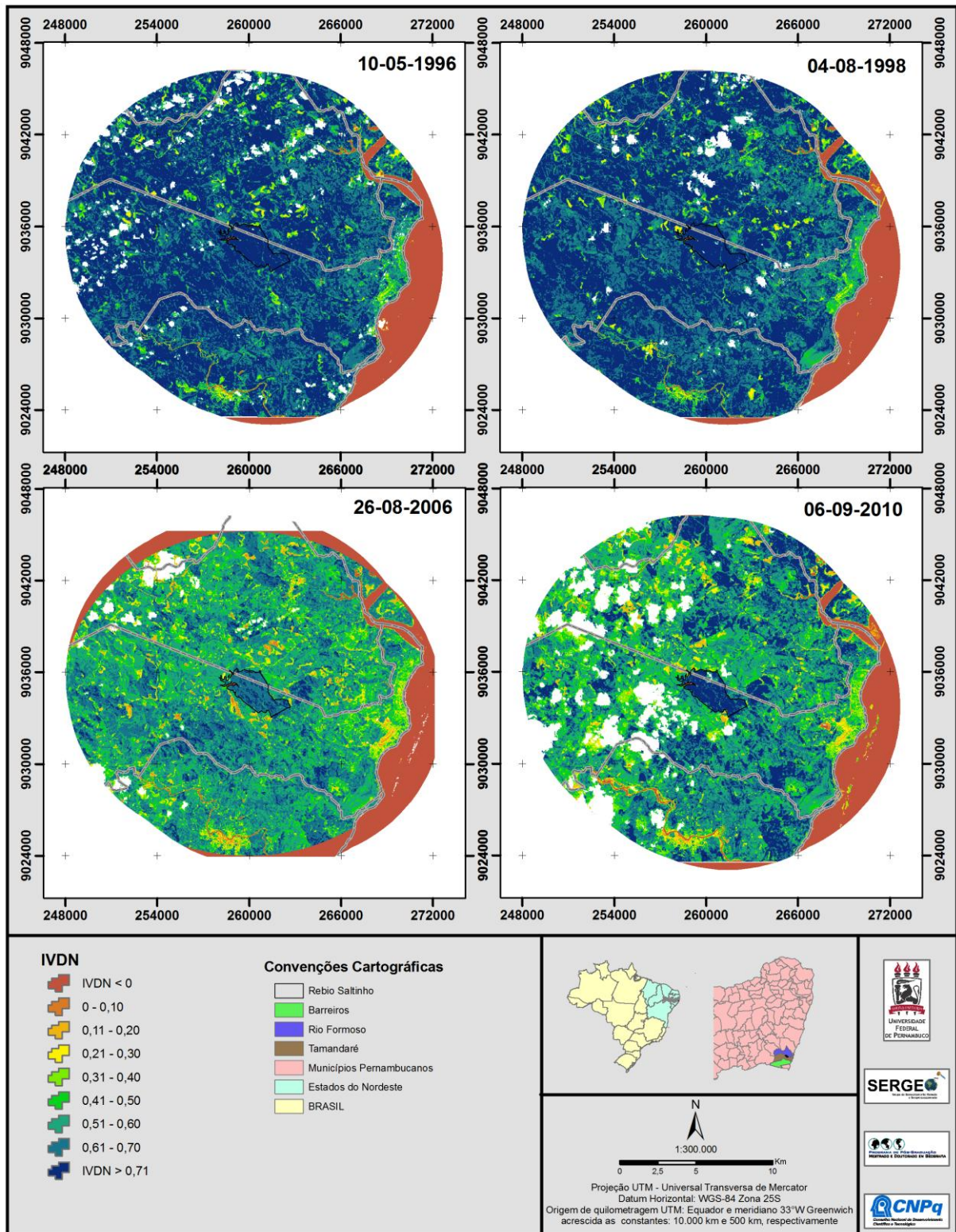


Figura 2 - IVDN da zona de amortecimento da REBIO Saltinho.

Os valores obtidos através dos índices de vegetação permitiram a identificação de locais mais e menos vulneráveis ao processo de degradação ocasionado pela retirada da cobertura vegetal. Esses valores foram estabelecidos como indicadores de locais, degradado, susceptível a degradação e fortemente degradado e em bom estado de conservação como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Valores da análise da cobertura vegetal e indicadores de áreas degradadas

Classes	de IVDN	Característica dos alvos identificados	Indicador ambiental
---------	---------	--	---------------------

vegetação	(Valor)		
Corpos hídricos	<0	Riachos	-
Solo exposto	0-0,10 0,21-0,30	Trilhas, áreas de pouso e pisoteadas pelo gado	Fortemente degradado
Vegetação Rala	0,31-0,40 0,41-0,50	Áreas de pastagem, Agricultura de subsistência	Degradado
Vegetação arbustiva	0,51-0,50 0,61-0,70	Vegetação intermediária à borda da REBIO	Susceptível a degradação
Vegetação Densa	>0,71	Vegetação da área núcleo da REBIO	Em bom estado de conservação

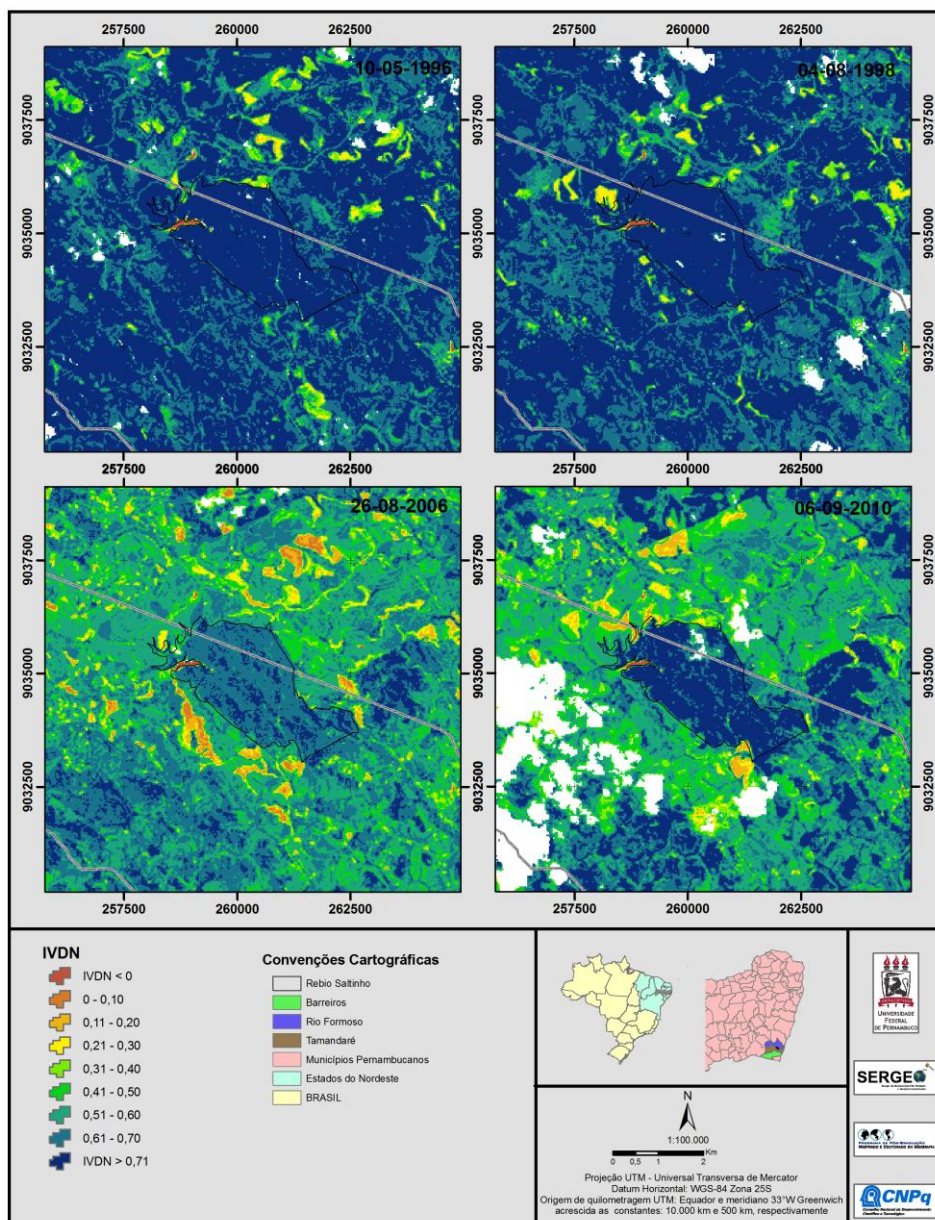


Figura 3 - IVDN da REBIO Salinho.

Os valores de IVDN, observados para a área que compreende a REBIO, indicaram nas imagens de 1996 e 1998 (figura 3), índices $> 0,71$, sugerindo que este fragmento florestal neste referido período estava em um bom estado de conservação, diferente dos índices observados no período da imagem de 2006 e 2010. Segundo Gu et. al. (2008), valores de IVDN mais altos refletem maior vigor e capacidade fotossintética de cobertura vegetal, enquanto os valores de IVDN mais baixos é reflexo de estresse vegetativo, resultando em reduções de clorofila e as mudanças na estrutura interna das folhas provocando o murchamento da planta.

4. CONCLUSÕES

O longo processo de substituição da vegetação nativa por atividades da agropecuária e plantio da cana de açúcar contribuíram significativamente para a diminuição dos fragmentos florestais na zona de amortecimento da REBIO Saltinho. Através do índice de vegetação IVDN, foi possível perceber que a área mais propícia à degradação está localizada na borda da Rebio, aumentando deste modo o risco de interferência e deterioração das áreas núcleo do fragmento, sugerindo uma política de conservação mais direcionada às áreas limites do fragmento protegido. Os valores que representaram a vegetação mais conservada estão na área núcleo da reserva, indicando uma eficácia nos mecanismos de preservação aplicados pelo ente público. A existência de uma vegetação bem conservada sugere uma diversidade de espécies animais e vegetais e está diretamente ligada à manutenção dos corpos hídricos, e no caso da REBIO Saltinho a manutenção da zona de amortecimento é fundamental não apenas porque preserva a unidade núcleo, mas contribui para a manutenção do corpo hídrico que abastece a cidade de Tamandaré – o açude Mamucabas.

Através do IVDN, também foi possível identificar e separar de forma eficiente as classes de solo exposto, vegetação rala, vegetação densa, água e nuvens comprovando deste modo a eficiência da utilização de um indicador de ampla aceitação com resultados confiáveis.

Deste modo foi possível estabelecer uma classificação dos valores de IVDN, com as características dos alvos identificados associando tais valores aos processos de degradação encontrados na área estudada, o que possibilitou encontrar áreas degradadas, fortemente degradadas, susceptível a degradação e em bom estado de conservação. Portanto o IVDN, se adequa perfeitamente aos indicadores ambientais, que estão associados à sua utilização como instrumento de planejamento e gestão dos espaços urbanos e rurais. Como indicador ambiental é capaz de servir como forma de mitigação aos processos de degradação ambiental e redução dos prejuízos econômicos para reparação dos ambientes degradados podendo ser uma ferramenta eficaz no processo de conservação de ambientes degradados e vulneráveis a degradação.

REFERÊNCIAS

AGAREZ, F.V., VICENS, R.S., CRUZ, C.M., NOGUEIRA, C.R.; GARAY, I. **Utilização de índice de vegetação na classificação integrada de fragmentos florestais em Mata Atlântica de Tabuleiros Costeiros no município de Sooretama, ES.** In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10, Foz do Iguaçu. **Anais do X SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, 2001.p.1499-1507.

AGUIAR, A. E. X. , LIMA, D. B., SOUZA, G. M., ARAÚJO, T. S., CRUZ, M. L.B. **Panorama Multitemporal da cobertura vegetal dos brejos de altitudes na região metropolitana de Fortaleza (RMF).** 2016. Disponível em: <<http://www.geociencias.ufpb.br/posgrad/sermne/artigo6.pdf>> Acesso junho 2016.

BRASIL. Resolução Conama nº 013 de 06 de dezembro de 1990. Estabelece normas referentes ao entorno das Unidades de Conservação visando à proteção dos ecossistemas ali existente. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, de 28/12/90, Seção I, Pág. 25.541.

Base de Dados do Estado de Pernambuco - BDE, **Estimativa da população residente (2015)** 2015. Disponível em: <<http://www.bde.pe.gov.br>>. Acesso: junho 2016.

BRAZ, A. M., COSTA, K. C.P., GARCIA, P.H.M. **Análise multitemporal do uso e ocupação da terra e alterações ambientais na bacia hidrográfica do rio Ribeirãozinho – MS –Brasil.** XI Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n. 5, 2015, pp. 79-92.

CARNEIRO, R. G., MOURA, M. A. L., SILVA, V. P. R., SILVA JUNIOR, R. S., ANDRADE, A.M.D., SANTOS, A. B. **Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.1, p.99-108, 2014. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br>> Acesso: março 2016.

CHANDER, G. MARKAN, B. **Revised Landsat 5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges.** 2003. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. v.41, n.11, p. 2674 – 2677.

COSTA LIMA, M. L. F. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica em Pernambuco - Situação atual atuações e perspectivas** - Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e Instituto Florestal. Caderno nº12, São Paulo 1998.

DANZ, N. P. **Environmentally stratified sampling design for the development of great lakes environmental indicators.** Environmental Monitoring and Assessment, New York, n. 102, p. 41–65.

DEMARCHI, J. C., PIROLI, E. L., ZIMBACK, C. R. L., **Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo - SP usando imagens de satélite Landsat 5.** Revista RA'EGA - O espaço geográfico em análise 21 (2011), ISSN: 2177-2738 p.234-271. Disponível em: < www.ser.ufpr.br/raega> Acesso fevereiro 2012.

FAGUNDES, W. S., SILVA, A. D. C., CAVALCANTE, L. B., INACIO, A. S. **Análise multitemporal do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) com uso de software livre para avaliar a degradação da Mata Atlântica – Estudo de caso: Município de Branquinha – AL.** 2º Congresso Internacional Gestão da Água e Monitoramento Ambiental. Sergipe 9 -11 de dezembro de 2015. Disponível em:< <http://www.resag.org.br/congressoresag2015/>> Acesso: junho 2016.

GOMES, P. R., MALHEIROS, T. F. **Proposta de indicadores ambientais para apoio na discussão da sustentabilidade.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. • v. 8, n. 2, p. 151-169, mai-ago/2012, Taubaté, SP, Brasil. Disponível em: < <http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/671>>. Acesso em: Abril 2016.

GU, Y., HUNT, E., WARDLOW, B., BASARA, J.B.; BROWN, J.F., VERDIN, J.P., **Evaluation of MODIS NDVI and NDWI for vegetation drought monitoring using Oklahoma mesonete soil moisture data.** Geophysical Research Letters, vol.35 L22401, doi: 10.1029/2008 GL035772, 2008.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente – Uma Perspectiva em Recursos Terrestres.** São José dos Campos: Parêntese Editora, 598p. 2009.

JUNIOR, O. B., MÜLLER, A. C. P. **Indicadores Ambientais georreferenciados para a Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba.** Revista Paranaense de Desenvolvimento. Curitiba, n° 99, p.105 – 119. Jul/dez 2002. Disponível em: < http://www.ipardes.gov.br/pdf/revista_PR/99/bessa.pdf> Acesso maio de 2016.

LEE, TSAI-MING. , YEH, HUI-CHUNG. **Applying remote sensing techniques to monitor shifting wetland vegetation: A case study of Danshui River estuary mangrove communities, Taiwan.** Ecological Engineering, Volume 35, Issue 4, April 2009. pg. 487 - 496 Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>> Acesso : outubro 2011.

LIRA, V.M., SILVA, B.B., NETO, J.D., FARIAS, M.S.S., BEZERRA, V.C.; FRANCO, E.S.; ANDRADE, A.R.S. **Análise espectral de índice de vegetação em área irrigada com cana-de-açúcar.** Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia V.1 N.1 Set.- Dez. 2008 ISSN 1983-6325.

MARKAM, B.L., BARKER, L. L. **Thematic mapper band pass solar atmospherical irradiances.** International Journal of Remote Sensing, 1987, v.8 n.3 p.571- 523

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE- Sistema Nacional das Unidades de Conservação - SNUC: **O sistema nacional das unidades de conservação da Natureza.** Brasília 2011. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>> acesso em 12/01/2013

OECD (Organization for Economic Co-Operation and Development). **Environmental indicators** .Paris, 1994.

OLIVEIRA, F. S. **Diagnóstico dos Fragmentos Florestais e das áreas de Preservação Permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, no estado de Minas Gerais,** Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2006.

PEREIRA, A. F. N; SILVA, I. A. A; PESSÔA, A. C. S.; BARROS, I. C. L. **Efeito de borda sobre a comunidade de samambaias em fragmento de floresta atlântica (Bonito, Pernambuco, Brasil).** Interciencia, vol. 39, núm. 4, abril, pp. 281-287, 2014. Asociación Interciencia. Caracas, Venezuela. Disponível em< <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33930412012>>. Acesso: abril 2016.

POGGIANI, F., STAPE, J. L., GONÇALVES, J. L.M. **Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais.** Série Técnica IPEF v. 12, n. 31, p. 33-44, abr., 1998. Disponível em: < http://www.is.cnpem.br/bibliografia/1998_Indicadores_de_sustentabilidade_das_plantacoes_florestais.pdf>

Acesso: abril 2016.

PONZONI, F. J. , SHIMABUKURO, Y. E. , KUPLICH, T. M., **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2. ed. atualizada e ampliada. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 160 p.

QUINTO, V. M., MAGALHÃES, I. A. L., OMENA, M. S., PENA, F. E. R., CHIBA, M. L., SANTOS, A. R., **Análise temporal da dinâmica florestal por meio de índices de vegetação em uma área florestada no sul do estado do Espírito Santo**. Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais. Alegre, ES. 2012. 249 p. Disponível em <<http://www.mundogeomatica.com.br/>> Acesso junho 2016.

RAMOS, R. R. D., LOPES, H. L., JUNIOR, J. C.F. M., CANDEIAS, A. L.B., FILHO, J. A. S., **Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada de áreas degradadas e potencias para unidades de conservação**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010. P 001-006.

RÊGO, S. C. A., LIMA, P. P. S., LIMA, M. N. S., MONTEIRO, T. R. R., **Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no município de São Domingos Cariri - PB**, Revista Geonorte, Edição especial, V.2, N.4 p.1217-1229, 2012.

ROSENDO, S. J. , ROSA, R. **Análise da detecção de mudanças no uso da terra e cobertura vegetal utilizando a diferença de índices de vegetação**. In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 4209-4216.

ROUSE, J. W., JR., R. H. HAAS, J. A. SCHELL, AND D.W. DEERING. 1973. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**. Prog. Rep. RSC 1978-1. Remote Sensing Cent., Texas A&M Univ., College Station.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.184p.

SHIMABUKURO, Y. E. , MAEDA, E. E. , FORMAGGIO, A. R. **Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados ao estudo dos recursos agrônômicos e florestais**. Revista Ceres, vol. 56, n.4, Julho-agosto, 2009, pp. 399-409. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil.

SOS MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**. 2015. Disponível em < <https://www.sosma.org.br/>>. Acesso maio 2015.

TABARELLI, M. MELO, C.V.D.M.; LIRA, C.O. **A Mata Atlântica do Nordeste**. 2006. Disponível em <<http://www.amane.org.br/>>. Acesso: maio 2012.

TAMBOSI, L. R. **Análise da Paisagem no entorno de três unidades de Conservação: Subsídios para a criação da Zona de Amortecimento**, Dissertação Mestrado - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Ecologia 2008.