GeoNordeste

https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste
ISSN: 2318-2695

Recebido em 19 de Julho de 2018
Aprovado em 31 de Março de 2020

ANÁLISE DAS DINÂMICAS VEGETACIONAIS E IMPACTOS NA ZONA DE BORDA DA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA ACAÚ-GOIANA (PERNAMBUCO/PARAÍBA - BRASIL) E SUA ÁREA DE ENTORNO

ANALYSIS OF VEGETATION DYNAMICS AND IMPACTS IN THE EDGE ZONE OF THE ACAÚ-GOIANA EXTRACTIVE RESERVE (PERNAMBUCO/PARAÍBA - BRAZIL)

ANÁLISIS DE LAS DINÁMICAS VEGETACIONALES E IMPACTOS EN LA ZONA DE BORDA DE LA RESERVA EXTRATIVISTA MARINA ACAÚ-GOIANA (PERNAMBUCO/PARAÍBA - BRASIL) Y SU ÁREA DE ENTORNO

DOI 10.33360/RGN.2318-2695.2020.i1.p.188-207

Jadson Freire da Silva
Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
E-mail: jadsonfreireufpe@hotmail.com
Orcid: Orcid: https://orcid.org/0000-0002-1106-0688

Milena Barros Gomes
Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
E-mail: Milenabarrosgomes@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-2458-494X

Ana Lúcia Bezerra Candeias
Doutora em Computação Aplicada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Professora do Departamento de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
E-mail: analucia@ufpe.br

Gilberto Gonçalves Rodrigues
Doutor em Ciências Naturais pela Technische Universität Carolo Wilhelmina Brauschweig (Alemanha)
Professor do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
E-mail: gilbertorodrigues.ufpe@gmail.com

RESUMO
Através da luta de diversas comunidades, em meados da década de 1970, foram criadas as reservas extrativistas - RESEX, que se constituem como espaços destinados à exploração autossustentável e conservação dos recursos naturais renováveis, auxiliando assim, na manutenção do ecossistema local e necessitando de contínuo monitoramento. Neste cenário, o sensoriamento remoto vem sendo considerado uma relevante ferramenta dando suporte a tomadas de decisão ambientais. Sendo assim, esse estudo tem como objetivo analisar as dinâmicas vegetacionais da RESEX Acaú-Goiana no que se refere a sua zona de borda e de seu entorno. Utilizou-se como metodologia equações de reflectância e do NDVI para obtenção dos dados de vegetação nas imagens Landsat 5 e 8 durante os anos de 1992, 2006, 2014 e 2015. Os resultados indicaram que nos anos de 1992, 2006 e 2014 houve gradativa diminuição da cobertura vegetal na

região, atentando-se ao ano de 2015, onde uma elevada supressão vegetacional foi observada. Concluiu-se que a região em estudo mantém um elevado desenvolvimento humano nas áreas próximas à reserva extrativista, podendo ser oriundo de uma urbanização desenfreada e atividades agroindustriais, cercando as delimitações da RESEX e/ou chegando até a invasão destas.
Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Tomada de Decisão. Geoprocessamento. Nordeste do Brasil.

ABSTRACT
Through the struggle of several communities in the mid-1970s, the extractivists reserves - RESEX were created as spaces for self-sustaining exploitation and conservation of renewable natural resources, thus helping to maintain the local ecosystem and requiring continuous monitoring. In this scenario, remote sensing has been considered a relevant tool supporting environmental decision making. Thus, this study aims to analyze the vegetative dynamics of the Acaú-Goiana RESEX in relation to its border zone and its surroundings. Reflectance and NDVI equations were used as the methodology to obtain vegetation data in Landsat images 5 and 8 during the years 1992, 2006, 2014 and 2015. The results indicated that in the years 1992, 2006 and 2014 there was a gradual decrease of the vegetation cover in the region, considering the year 2015, where a high vegetative suppression was observed. It was concluded that the region under study maintains a high human development in the areas close to the extractive reserve, being able to come from an uncontrolled urbanization and agroindustrial activities, surrounding the delimitations of the RESEX and/or until the invasion of these.
Keywords: Remote Sensing. Decision Making. Geoprocessing. Northeaster Brazil.

RESUMEN
A través de la lucha de diversas comunidades, a mediados de la década de 1970, se crearon las reservas extractivistas - RESEX, que se constituyen como espacios destinados a la explotación autosostenible y conservación de los recursos naturales renovables, ayudando así, en el mantenimiento del ecosistema local y necesitando de continuo monitoreo. En este escenario, el sensoriamiento remoto viene siendo considerado una relevante herramienta dando soporte a la toma de decisiones ambientales. Siendo así, ese estudio tiene como objetivo analizar las dinámicas vegetacionales de la RESEX Acaú-Goiana en lo que se refiere a su zona de borde y de su entorno. Se utilizó como metodología ecuaciones de reflectancia y del NDVI para obtener los datos de vegetación en las imágenes Landsat 5 y 8 durante los años 1992, 2006, 2014 y 2015. Los resultados indicaron que en los años de 1992, 2006 y 2014 hubo gradual disminución de la cobertura vegetal en la región, atentándose al año 2015, donde una elevada supresión vegetacional fue observada. Se concluyó que la región en estudio mantiene un elevado desarrollo humano en las áreas cercanas a la reserva extractivita, pudiendo ser oriunda de una urbanización desenfrenada y actividades agroindustriales, rodeando las delimitaciones de la RESEX y/o llegando hasta la invasión de éstas.
Palabras clave: Sensor Remoto. Toma de Decisiones. Geoprocesamiento. Nordeste de Brasil.

1. INTRODUÇÃO

A luta dos seringueiros na região Norte do Brasil para preservar a natureza e, acima de tudo, o modo como exerciam a atividade no local, nos finais da década de 1970, trouxeram à tona a necessidade de implementar mecanismos e dispositivos legais que pudessem viabilizar melhores condições de trabalho associadas à conservação dos recursos naturais presentes naquelas localidades, de maneira que também fossem protegidas as comunidades envolvidas no processo extrativista. Desta feita, são criadas as primeiras reservas extrativistas, definidas no Art. 1º do Decreto nº 98.897, de 30 de janeiro de 1990: "As reservas extrativistas são espaços territoriais destinados à exploração autossustentável e conservação dos recursos naturais renováveis, por

população extrativista" (BRASIL, 1990). Segundo Fadigas e Gomes (2010, p. 562) estas reservas "são fruto de um intenso processo participativo de origem popular que foi peça-chave para inserir na política ambiental brasileira a vertente social". O que representa não só a importância da relação entre sociedade e natureza como também a percepção das pessoas para o ambiente de onde se extrai o sustento e suas configurações como um conjunto e sua (comum)unidade.

Nesse sentido, o Art. 14 e 18 da Lei º 9.985/2000, que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências, entende a Reserva Extrativista (RESEX) como uma Unidade de Conservação (UC) inserida na categoria de uso sustentável. A referida lei endossa a necessidade de reconhecer a importância das populações tradicionais para o desenvolvimento territorial adequado à conservação do meio ambiente, visto que, originalmente os locais classificados como RESEX constituem fonte de subsistência para populações nativas que exploram de maneira ecologicamente viável os recursos naturais da região (BRASIL, 2000).

Dito isto, o desafio decorrente do lastro constitucional presente refere-se à regulamentação do manejo da RESEX iniciado mediante a composição de um grupo de trabalho através da Portaria Interministerial nº 310, de 10 de agosto de 2011 (MMA, s/d). No decorrer deste processo, uma Minuta de Decreto foi criada e levada à consulta pública com o intuito de aprimorar o documento. No ano seguinte, a Portaria Interministerial nº 260, de 30 de julho de 2012, estabeleceu um novo grupo de trabalho para sistematizar as informações recebidas da consulta pública. Atualmente, o contexto de políticas públicas destinadas à RESEX que promovam o acesso à educação, saúde e outros aspectos, corroboram a fragilidade da articulação de forças para o equilíbrio econômico-social na região. Desta forma, em detrimento da consolidação de iniciativas de interesses associados à hegemonia neoliberal, perpetua-se a necessidade de garantir a incolumidade dos recursos naturais presentes nas reservas.

Faz-se mister compreender a relevância da atuação das populações envolvidas no processo extrativista, com o intuito de atender as demandas sociais viabilizando o empoderamento da comunidade. A partir de uma articulação de forças entre representantes civis e o Estado, em prol da efetivação de mudanças nas relações sociais das reservas, é possível vislumbrar mediante práticas de responsabilidade socioambiental uma melhoria na qualidade de vida na região. Nessa perspectiva, é possível citar alguns aspectos positivos como a gestão integrada ou cogestão na área de RESEX, onde a associação de moradores adquire espaço na esfera político-administrativa, garantindo representação nas tomadas de decisões sobre o local (CUNHA & LOUREIRO, 2012).

No que tange ao cenário regional, mais precisamente na zona estuarina do Nordeste brasileiro, a RESEX Acaú-Goiana, legitimada pelo Decreto s/n, de 26 de setembro de 2007 que cria

a Reserva Extrativista Marinha Acaú-Goiana, nos Municípios de Pitimbú e Caaporã, no Estado da Paraíba, e Goiana, no Estado de Pernambuco, e dá outras providências (BRASIL, 2007), consolida a preocupação com os danos socioambientais vivenciados na região (LIMA *et al*., 2016). Desde 1998, as discussões comunitárias tiveram palco na região a fim de travar um consenso acerca da necessidade de conservação do ecossistema que compreendia os estados da Paraíba e Pernambuco. Contudo, apenas em 2002 com a ajuda do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o processo de estabelecimento da área como uma RESEX começa a ser estruturado de fato, visto que, no ano de 2001 foi dado início, contudo, no mesmo ano o documento foi arquivado devido a alguns entraves (FADIGAS & GOMES, 2010).

Como bem aponta Andrade (2005), ao relatar o povoamento do Nordeste:

> [...] os estuários dos pequenos rios tiveram influência decisiva no povoamento do Nordeste, até a construção das estradas de ferro. Antes destas, cidades localizadas a alguma distância do mar, por trás da área ocupada pelos mangues, no ponto terminal do trecho fluvial navegado, formavam portos para onde convergiam os produtos de grandes áreas no interior. Em função disso, tiveram notável desenvolvimento, no século passado, Mamanguape, na Paraíba, Goiana e Rio Formoso, em Pernambuco, Porto Calvo e Coruripe em Alagoas, e Maruim e São Cristóvão em Sergipe (ANDRADE, 2005, p. 73).

O que nos permite perceber a importância da economia açucareira na região onde se localiza a RESEX Acaú-Goiana. Foi nesta região que o povoamento de Pernambuco tomou a forma de grandes latifúndios do açúcar e onde a paisagem da cana devastou quase que completamente a Mata Atlântica.

Desta forma, como é comum em áreas condicionadas a esta realidade, atividades coadjuvantes acabam por se tornar a resistência da comunidade, seja pela escapatória econômica, seja na perpetuação de práticas culturais e frutos do conhecimento do próprio lugar. Assim, a coleta, a pesca e a mariscagem na então RESEX incluem-se como atividades econômicas coadjuvantes, sendo essas também uma relevante representação da população no combate frente as pressões econômicas do entorno (FADIGA & GOMES, 2012), uma vez que na macroescala, o ambiente vem sendo cercado não só pela monocultura da cana de açúcar, mas por grandes empresas, estas derivadas das montadoras de automóveis no município.

Nota-se que a composição de forças na RESEX Acaú-Goiana é relevante para a conservação da mesma pelo fato de que este contingente conhece a dinâmica do ecossistema local e, dessa forma, têm propriedade para estabelecer um diálogo junto ao governo acerca do estabelecimento de medidas para melhoria da qualidade socioambiental da área. Diante das complexas interações entre comunidade e ambiente, necessidade econômica direta das famílias na extração sustentável de recursos e a conservação do local, é de extrema importância a salvaguarda das áreas de Reserva

Extrativistas e seu entorno, para que haja perenidade em relação à quantidade de animais para coleta tanto como o respeito aos períodos de defeso.

Nesse sentido, uma grande ferramenta para o monitoramento e avaliação de grandes áreas é o sensoriamento remoto, definida por Jensen (2009) como o registro da informação de um local ou região sem contato físico, mas por meio de dispositivos lineares ou matriciais, sensores, câmeras e scanners localizados em satélites ou aeronaves, onde a análise das imagens obtidas provém do processamento dos números digitais recebidos em níveis de cinza que se transformam em imagens. O sensoriamento remoto entrega informações que podem contribuir para a análise de vários parâmetros, sejam eles a qualidade ambiental, a evolução antropogênica, o crescimento de áreas urbanizadas e áreas agrícolas (GOMES *et al.,* 2016; SILVA *et al.,* 2015), subsidiando assim, a tomada de decisão, o planejamento e a gestão territorial.

Observando o valor social, econômico e físico-natural que as Reservas Extrativistas mantêm sob seu seio, este trabalho tem como objetivo principal analisar, via levantamento temporal por sensoriamento remoto, as dinâmicas vegetacionais da Reserva Extrativista Acaú-Goiana, da sua zona de borda e de seu entorno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

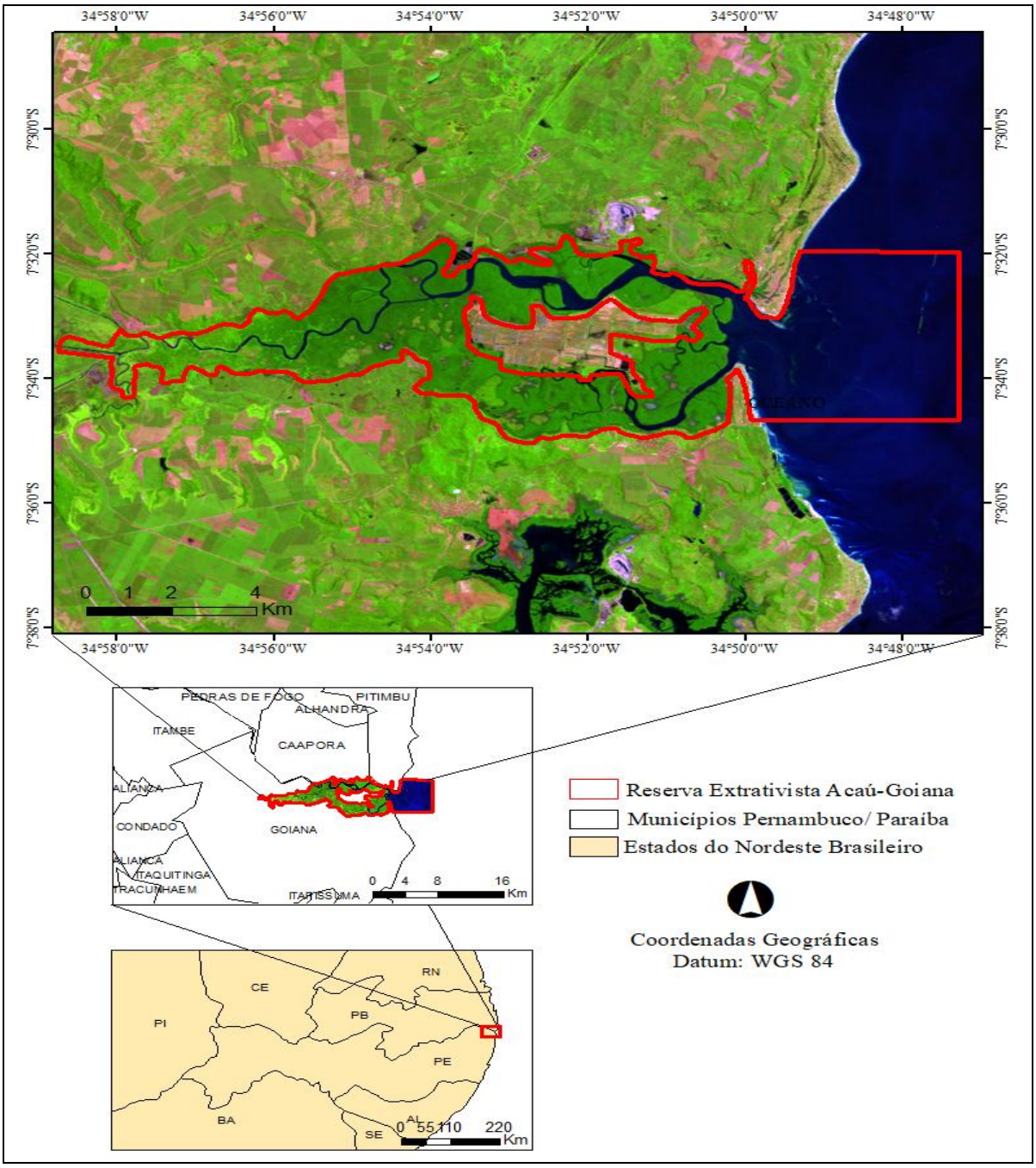
A área onde se encontra a RESEX Acaú-Goiana compreende frações dos municípios de Pitimbú e Caaporã, na Paraíba, além de Goiana, em Pernambuco, até sua implementação no ano de 2007. De acordo com dados oriundos de informativos do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (ICMBio/sd), ligado ao Ministério do Meio Ambiente do Brasil, a reserva possui uma área total de 6.676,69 hectares, localizando-se numa região de predominância do Bioma Marinho Costeiro (Mata Atlântica).

Na RESEX Acaú-Goiana uma das principais atividades econômicas descritas se constitui pela extração de mariscos através de famílias inscritas como beneficiários na unidade de conservação. Esse tipo de trabalho realizado movimenta sua economia por meio da venda e comercialização, em especial para comerciantes livres. Atualmente tem-se a existência do que se pode chamar de gestão compartilhada (MEDEIROS SILVA, 2016).

No entorno da RESEX, a urbanização avança e transparece na paisagem um outro perfil econômico composto não só pela chegada das multinacionais e suas fábricas derivadas, mas também pela permanente monocultura da cana de açúcar que historicamente atingiu a zona da mata

pernambucana e pela construção de condomínios, os quais, avançam em direção às áreas protegidas requerendo estruturas viárias e de saneamento, interferindo de forma primária ou secundária nas dinâmicas da UC (Figura 1).

Figura 1: Reserva Extrativista Marinha Acaú-Goiana e os municípios de seu entorno.



Fonte: Dados extraídos da USGS, ZAPE e ICMbio (s/d). Design: Jadson Freire da Silva.

2.2 PROCESSAMENTO DE IMAGEM

Para o processamento das imagens do satélite Landsat-5 e 8 foram criados modelos usando a ferramenta ModelMaker do software ERDAS Imagine 9.3, e a montagem final dos mapas foi realizada através do software ArcGIS 9.3. Ambos possuem licença do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco. Cálculos de calibração radiométrica, reflectância, NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) foram aplicados nas imagens com finalidade de extração de dados incubados.

2.3 CALIBRAÇÃO RADIOMÉTRICA

A calibração radiométrica é obtida através da intensidade do fluxo radiante por unidade de ângulo sólido (SILVA et al., 2016). O conjunto da radiância é obtido utilizando a equação proposta por Markham e Baker (1987) (Equação 1):

$$L\lambda i = \alpha t + \frac{bt-\alpha t}{255} . ND \quad (1)$$

Onde a e b são as radiâncias espectrais mínima e máxima, ND são os pixeis (número inteiro compreendido entre 0 e 255) e i as bandas (1 a 7) do satélite Landsat 5. Os coeficientes de calibração utilizados para as imagens TM foram inicialmente propostos por Chander e Markham (2003) e atualizado por Chander et al. (2009) (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição das bandas do Mapeador Temático do Satélite Landsat 5, com os correspondentes intervalos de comprimento de onda, coeficientes de calibração (radiância mínima a e máxima b) e irradiâncias espectrais no topo da atmosfera (TOA)

Bandas	Comprimento de onda (µm)	Coeficientes de Calibração		Irradiância espectral no topo atmosférico – TOA
		a (mínimo)	b (máximo)	
1 (azul)	0,452 – 0,518	-1,52	169	1957
2 (verde)	0,528 – 0,609	-2,84	333	1796
3 (vermelho)	0,626 – 0,693	-1,17	264	1536
4 (IV -próximo)	0,776 – 0,904	-1,51	221	1031
5 (IV - médio)	1,567 – 1,784	-0,37	30.2	220
6 (IV - termal)	10,45 – 12,42	1,2378	15.303	1
7 (IV - médio)	2,097 – 2,349	-0,15	16	83.44

Fonte: Chander et al. (2009).

2.4 REFLECTÂNCIA

A reflectância para cada banda (i) das imagens Landsat 5 consiste na divisão do fluxo de radiação solar refletido pela superfície e o fluxo de radiação solar incidente, obtida através da equação (ALLEN et al., 2002) (Equação 2):

$$\rho\,\lambda i = \frac{\pi \cdot L\,\lambda i}{K\,\lambda i \cdot \cos(Z) \cdot dr} \qquad (2)$$

Onde λiL é a radiância espectral de cada banda, λik é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera, Z é o ângulo zenital solar e dr é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol e a distância Terra-Sol em dado dia do ano (SILVA et al., 2016).

Do satélite Landsat 8 foram utilizadas as bandas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 10 e a seguinte fórmula promovida por Chander e Markham (2003) para a reflectância:

$$rb = \frac{(Add_{refb} + Mult_{refb} \cdot ND_b)}{Cos\,(Z) \cdot D_R} \qquad (3)$$

Onde, segundo Silva et al. (2016) o Add_{refb} corresponde ao fator aditivo de reescalonamento para cada banda, disponível no arquivo metadados da imagem, assim como o $Mult_{refb}$ que corresponde ao fator multiplicativo de reescalonamento para cada banda. ND representa os valores de número digital da imagem, e Z é o ângulo zenital solar e também pode ser encontrado no arquivo metadados da imagem. O dr corresponde ao quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol e a distância Terra-Sol em dado dia do ano, e pode ser calculado através da equação abaixo (Equação 4):

$$D_R = \left(\frac{1}{D_{TR}}\right)^2 \quad (4)$$

2.5 ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA – NDVI

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI, ou IVND, é proposto inicialmente por Rouse et al. (1973), e indica sensivelmente a quantidade e condição da vegetação de uma dada área. Mesmo sendo um índice desenvolvido na década de 1970, ainda é bastante utilizado nos dias atuais, onde é explorado em análises agrícolas, florestais e climáticas (PONZONI & SHIMABUKURO, 2009). É calculado a partir da seguinte equação (5):

$$NDVI = \frac{\rho_4 - \rho_s}{\rho_4 + \rho_s} \quad (5)$$

Onde: ρ4 e ρ3 são os valores da refletância das bandas 3 e 4 do Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI.

2.6 MONITORAMENTO DA PRECIPITAÇÃO

Para a figura sobre a curva densidade probabilidade (CDP) para início e final do período chuvoso no local (Figura 4), utilizou-se dados de monitoramento da precipitação e estações chuvosas, produto oriundo do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), que por sua vez, mantém um vasto banco de dados interligados (INPE, s/d). De resolução espacial de 0.25°x 0.25°, varrendo o território brasileiro, o produto final é exposto em 124 caixas denominadas pelo próprio INPE de "regiões", com período de disponibilidade iniciando no ano de 1997 até o presente momento. A região onde a área de estudo se encontra é a 64. Os dados podem ser obtidos gratuitamente através do site clima1.cptec.inpe.br/estacaochuvosa/pt

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

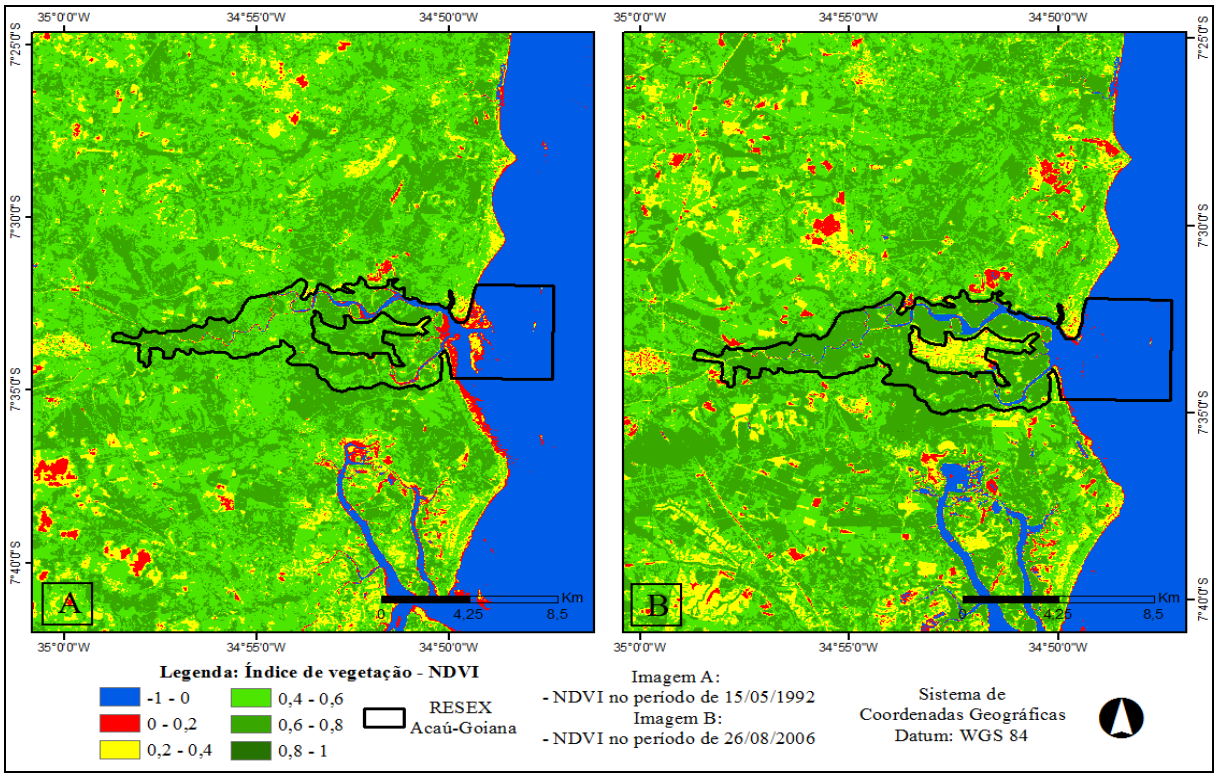
O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é um índice comum no sensoriamento remoto, onde o mesmo retrata a condição da vegetação em ambientes de interesse. Aplicou-se a divisão e classificação para o NDVI conduzida por Rosendo (2005) e observada em Gomes et al. (2016). Variando entre -1 a 1, os valores negativos no índice sugerem a presença de água/corpos hídricos e nuvens na imagem. Os valores positivos nas imagens foram intercalados em 0,2, onde as numerações próximas ao zero absoluto retratam ambientes de alta exposição de solo, sendo normalmente referida às áreas antropizadas ou em processo de antropização elevada.

O intervalo de 0,2 a 0,4 retrata ambientes de pouca vegetação ou vegetação de porte baixo; em certos casos, a junção urbano/vegetação causa tais ambientes, assim, para esse trabalho aponta-se essas áreas como zonas transicionais entre a vegetação nativa e a urbanização. Os valores entre 0,4 a 1 fazem referência a regiões com alto porte vegetacional, quando relacionados aos valores anteriores, representado neste trabalho em tons de verde. O intervalo de 0,4 a 0,6 mostra ambientes de vegetação esparsa. Os intervalos entre 0,6 a 0,8 e 0,8 a 1 retratam vegetações em seu alto porte e frondosidade (ou clímax). Deve-se salientar que, para algumas culturas agrícolas, valores de NDVI se mostram elevados, assemelhando-se a regiões de florestas; por tais motivos, a análise dos índices vegetacionais são de elevada importância para uma eficiente tomada de decisão (GOMES *et al.*, 2016).

Entende-se como zona de borda da Reserva Extrativista Acaú-Goiana seus limites traçados sob a luz da lei, sendo representados pelo contorno vermelho na figura 1 e preto nas figuras 2, 3 e 5. A referida área de entorno diz respeito aos ambientes fora dos limites da reserva, marcados pela

forte presença da cultura da cana de açúcar como citado anteriormente. As áreas de carcinicultura localizadas no centro da reserva também são incluídas como área de entorno, uma vez que não pertencem à RESEX, porém, observa-se influência sobre esta. Na figura 2, retrata-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada para a RESEX e seu entorno para o ano de 1992 (Figura 2A) e 2006 (Figura 2B). Observa-se, na figura 2A, uma predominância da cor verde, refletindo uma qualidade elevada na vegetação para a região naquele período de tempo. Nas áreas de carcinicultura inclusas atualmente na RESEX Acaú-Goiana encontram-se ambientes conservados. Em relação ao entorno da reserva, durante o período de 1992 os ambientes se comportaram com índices variando entre 0,4 a 0,8. Ressalta-se as regiões litorâneas com baixa presença de vegetação, onde adentra na RESEX com resposta da elevada reflectância dos sedimentos oriundos da faixa da praia.

Figura 2: NDVI do ano de 1992 (A) e 2006 (B).



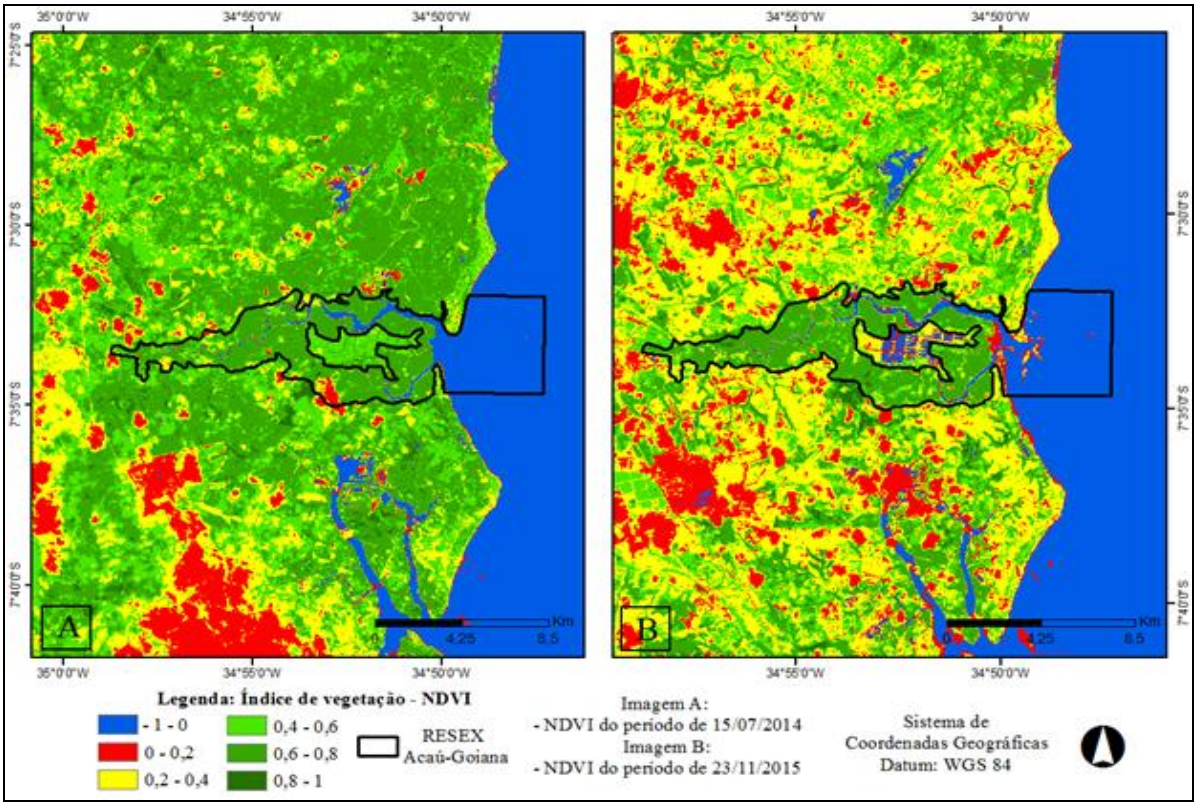
Fonte: Dados extraídos e processados da USGS. Design: Jadson Freire da Silva.

Na figura 2B há à aplicação do mesmo índice no ano de 2006 para a região em estudo. Observa-se para a figura retratada o aumento de ambientes com áreas próximas ao zero (cor vermelha), principalmente no que tange ao entorno da RESEX. Sobre o estudo do entorno, levanta-se a possibilidade da iniciação de cultivos agrícolas, devido a partição em lotes de regiões ao sudeste da imagem. Os valores do NDVI para a imagem de 2006 para as áreas inclusas na reserva extrativista são mais elevados quando comparados ao ano de 1992, podendo indicar o início de

conservação desta área ou uma resposta momentânea da vegetação para atividades locais de precipitação. Destaca-se a área de carcinicultura, ao centro da RESEX, onde já se observa graus de antropização elevadas, relacionando-as com 1992.

As imagens de sensoriamento remoto trouxeram um resgate histórico importante que pode servir como material base a serviço de planos de gestão, aplicação de áreas de preservação, monitoramento e avaliação de impactos, como cita Paes *et al.* (2010). A figura 3 aponta períodos mais atuais para a região da RESEX Acaú-Goiana (2014 e 2015), tais quais podem refletir a situação mais próxima à realidade.

Figura 3: NVDI do ano de 2014 (A) e 2015 (B)



Fonte: Dados extraídos e processados da USGS. Design: Jadson Freire da Silva.

Observa-se no ano de 2014 (Figura 3A) uma vasta área da RESEX Acaú-Goiana com NDVI elevado (0,6 – 1), indicando conservação. No entanto, são visualizados os primeiros focos que demonstram o intervalo referente a áreas de transição entre atividades antrópicas e vegetação (0,2 – 0,4) próximos a zona de borda; mesmo sendo pequenos os ambientes detectados, a fiscalização destas áreas pelos órgãos competentes deve ser executada, para que haja esclarecimento e conscientização das forças externas para com a região preservada.

O ano de 2015 (Figura 3B) é marcado pela predominância das áreas de NDVI de intervalo entre 0,2 a 0,4 (referente à cor amarela) no entorno da reserva; como citado anteriormente, as áreas

com esse intervalo podem manter uma intervenção humana, e como resultado, uma vegetação mais esparsa. No interior da reserva são observadas pequenas manchas amareladas, principalmente na zona de borda; é visível que a ação antrópica vem se aproximando e ganhando espaço. Essa movimentação requer um maior acompanhamento de órgãos ambientais como o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), com vistas a evitar a supressão da vegetação sem um plano de manejo adequado. As atividades de cultivo do camarão são claramente verificadas nesta imagem, onde os lotes d'água afloram sendo contrastados com os altos índices vegetacionais conservados pela RESEX Acaú-Goiana.

Sobre as atividades de Carcinicultura localizadas no centro da RESEX, verifica-se o aumento desta a partir dos anos em análise. É sabido que o cultivo do camarão necessita de tanques aquáticos e todo um aparato antrópico em seus territórios; informações estas que vão de encontro com os intervalos de NDVI mais baixos, sendo assim, as áreas de cultivo de camarão e suas relações compreendem intervalos variando de -1 a 0,4, sendo expostos em percentual com o auxílio da tabela 2.

Tabela 2: Região de Carcinicultura e seu entorno (cultivo de camarão)

Ambiente de Carcinicultura e seu entorno (%)						
Intervalos	**-1 a 0**	**0 a 0,2**	**0,2 a 0,4**	**0,4 a 0,6**	**0,6 a 0,8**	**0,8 a 1**
1992	0,05	0,62	5,53	39,82	53,98	0
2006	1,13	4,52	50,35	31,44	12,55	0
2014	0,6	0,28	5,13	64,95	28,33	0,71
2015	24,98	16,88	35,99	14,45	7,62	0,07

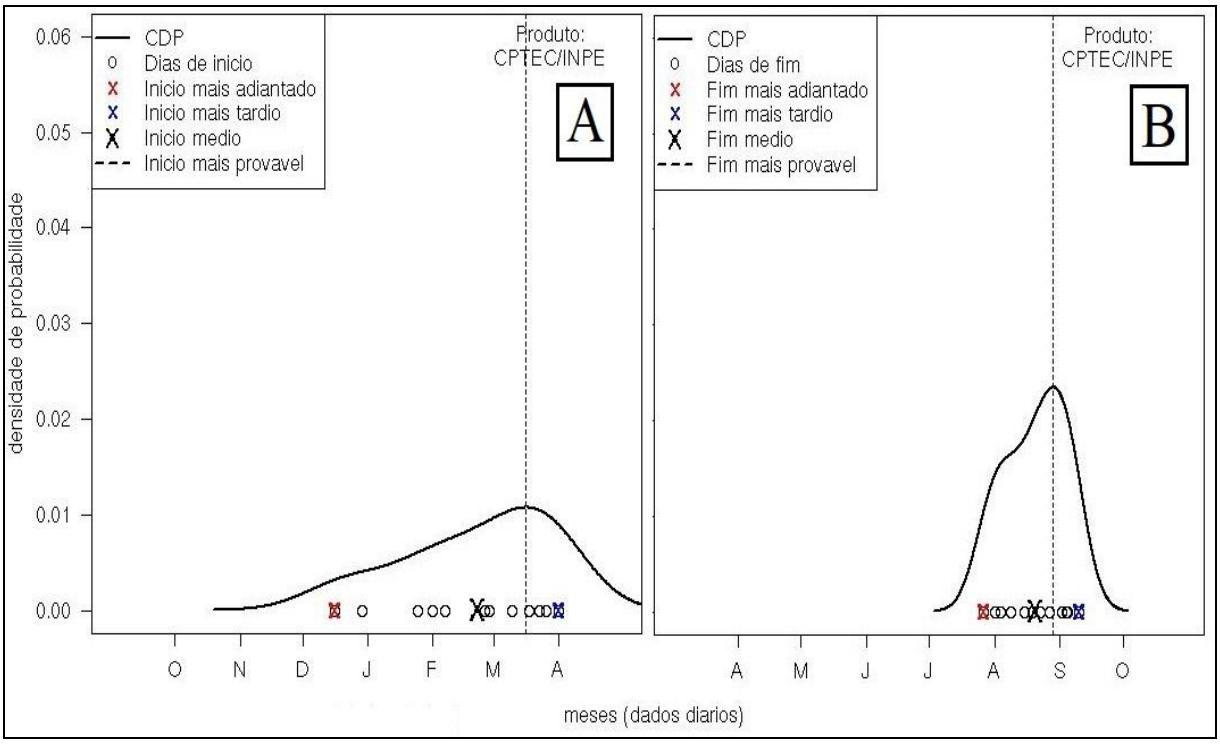
Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Os anos de 1992 e 2014 apresentaram os menores percentuais no que se refere a área utilizada para atividades antrópicas; todavia, o ano de 2006 revela uma grande área (50,35%) no intervalo de 0,2 – 0,4, indicando possível presença do desenvolvimento humano no local. Percepção clara das atividades de carcinicultura observa-se no ano de 2015, onde 24,98% da área foi preenchida com água e os intervalos de 0 a 0,4, juntos mantém 52,87% da área. Deve-se ressaltar o ano de 2014; mesmo isento de atividades antrópicas na data de captação da imagem, essa região guarda, dada a proximidade temporal ao ano de 2015 e a obtenção de dados que indiquem atividades em 2006, grande potencial para o vigente e ativo desenvolvimento econômico oriundo do camarão.

No momento da captação da imagem de satélite, a característica climatológica do período pode interferir no porte da vegetação, podendo assim, transparecer resultados mais otimistas.

Todavia, por intermédio de Molion e Bernardo (2002), sabe-se que em áreas localizadas na faixa costeira do leste nordestino (até 300 km do litoral), também conhecida como região de Zona da Mata, tendem a ter variações na precipitação anuais entre 600 a 3.000 milímetros, com período chuvoso iniciando de março-abril a agosto-setembro (Figura 4).

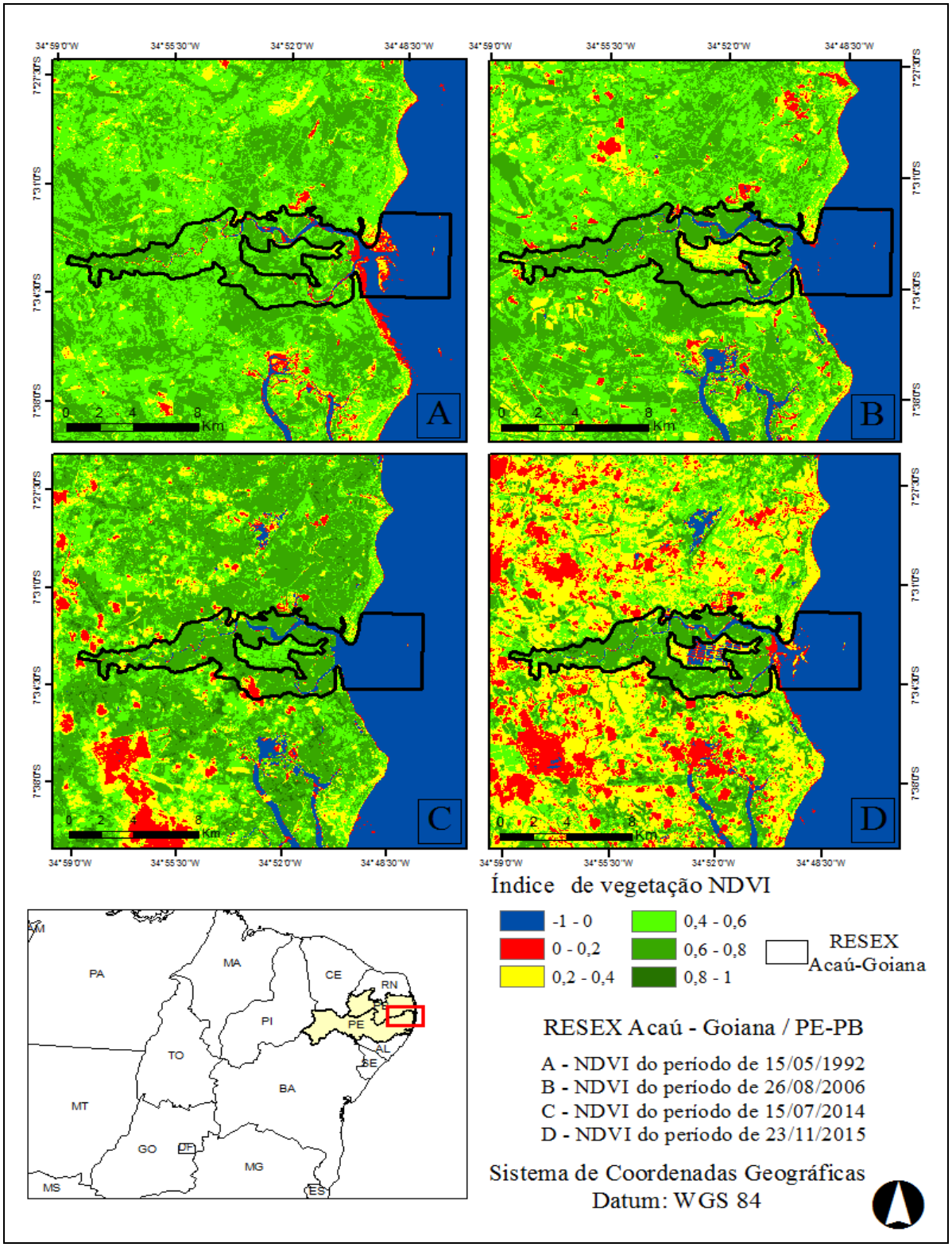
Figura 4: Curva de densidade da probabilidade (CDP) de início (A) /fim (B) de estação chuvosa (Região 64).



Fonte: CPTEC/INPE. s/d.

Cruzando as informações climáticas do local e as datas das imagens obtidas no estudo, entende-se que as três primeiras (1992, 2006 e 2014) participaram do período chuvoso sendo assim, contempladas pelos maiores índices de precipitação para a região; o envolvimento do período seco abarca unicamente a imagem de 2015. A figura 5 evidencia o panorama geral das representações vegetacionais em relação ao tempo no ambiente em questão.

Figura 5: Panorama geral do NDVI para a Reserva Extrativista Acaú-Goiana para os anos de 1992 (A), 2006 (B), 2014 (C) e 2015 (D).



Fonte: Dados extraídos e processados da USGS. Design: Jadson Freire da Silva.

No geral, a redução gradativa que acontece nas imagens A B e C da figura 5 contrasta com a brusca supressão vegetal registrada na figura 5D, e para que se possa entender esse fato se faz necessário voltar ao contexto econômico histórico do local.

Por mais de 500 anos, segundo Machado e Silva Júnior (2009), a mesorregião da Zona da Mata vem sendo castigada pelo monocultivo da cana de açúcar, este, por sua vez, é responsável por inúmeros desequilíbrios ambientais de curto a longo prazo que envolve desde a degradação do solo até a poluição do ar. O município de Goiana, que está incluso nesta mesorregião (mais especificadamente na microrregião da Mata Setentrional Pernambucana) compartilha das mesmas mazelas ambientais oriunda das práticas inadequadas de manejo do cultivo. Ainda sobre a cana de açúcar, segundo Rosseto (s/n), as épocas de colheita compreendem para o território brasileiro dois intervalos distintos: para a região Centro-sul os meses de abril e novembro são os favorecidos para a colheita; para o Nordeste, o intervalo é de novembro a abril.

Tendo em vista a data de obtenção da imagem de satélite referente ao período seco e todo o contexto histórico da zona da Mata, é possível levantar a hipótese que no referido ano houve uma massiva colheita do cultivo de cana de açúcar, como indicado em diversas áreas da figura 5D, explicando assim, a abrupta mudança da paisagem entre anos. Ressalta-se que nas imagens anteriores, o monocultivo da cana de açúcar encontra-se em mescla com pequenos fragmentos de floresta preservada. Atenta-se neste trabalho para as áreas de borda da RESEX Acaú-Goiana durante o ano de 2015, onde seus espaços são disputados com o cultivo da cana, este, por vezes, adentra minimamente na área da RESEX. A tabela 3 retrata em percentual, a quantificação dos intervalos do NDVI para a área da reserva Acaú-Goiana.

Tabela 3: Quantificação em percentual dos intervalos NDVI para a RESEX Acaú-Goiana

Intervalos NDVI para a RESEX Acaú-Goiana (%)						
Intervalos	**-1 a 0**	**0 a 0,2**	**0,2 a 0,4**	**0,4 a 0,6**	**0,6 a 0,8**	**0,8 a 1**
1992	32,95	6,37	4,07	24,64	31,97	0
2006	39,03	1,71	3,08	9,43	46,76	0
2014	39,59	2,3	4,38	8,15	44,77	0,81
2015	36	3,99	6,17	10,52	42,5	0,82

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Através da tabela 3 observa-se que para todos os anos em análise, a RESEX obteve quando somados os intervalos referente a vegetação (0,4 – 1), resultados acima dos 50% de área ocupada. Todavia, a série temporal revelou aumento das atividades antrópicas (somatório do intervalo 0 – 0,4), tendo seu máximo constatado no ano de 2015. Ressalte-se que para o ano de 1992, a faixa de

areia da praia expressou resultados elevados para o intervalo que comumente indicam atividades antrópicas (0 – 0,2), não sendo considerados para o somatório dos ambientes com interferência antrópica para o devido ano.

A redução observada entre imagens revela o grau de supressão vegetacional que vem atuando durante anos naquele ambiente e a aproximação com a borda da reserva, podendo claramente afetar as dinâmicas das inter-relações e de interdependência entre as espécies de plantas insetos, pássaros e mamíferos da RESEX ou em algum fragmento da mata externa, e assim, atingindo significativamente a quantidade dos indivíduos pertencentes à fauna e flora, como cita Campos (2010). A mesma autora aponta que em regiões onde há supressão vegetal, a interferência na fauna engloba três características em geral: o desaparecimento de espécies, a diminuição das espécies e a superabundância. Destaca-se a superabundância, pois quando esses casos são notados, o tamanho restringido da região faz com que o animal seja visivelmente exposto, acarretando o deslocamento deste para áreas antropizadas como estradas, lavouras ou a zona urbana propriamente dita, provocando assim o aumento da caça e/ou a morte por atropelamento. A chegada das atividades antrópicas próximo a zona de borda da RESEX atinge diretamente a qualidade socioeconômica dos residentes, especialmente os que sobrevivem da catação de crustáceos, como por exemplo o guaiamum e caranguejo; esses animais são observados entre os limites da RESEX e deslocam-se, sendo encontrados nas lavouras e áreas privadas, assim, reduzindo sua quantidade para os coletores e consequentemente afetando a economia familiar.

A inobservância muitas vezes da legislação que protege o ambiente natural faz com que haja o agravamento de situações, como a supracitada dentre outros casos semelhantes e disseminados em todo território nacional. Ainda sobre os dispositivos legais que resguardam ambientes de conservação e de extração controlada, como as reservas extrativistas, a Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998 que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências (BRASIL, 1998).

4. CONCLUSÃO

Observa-se que nos anos de 1992, 2006 e 2014 houve uma gradativa redução da cobertura vegetal na região, porém, no ano de 2015 houve uma supressão da vegetação devido à atividade agrícola no entorno da RESEX Acaú-Goiana. Dito isto, através deste levantamento temporal da vegetação, notou-se uma atividade antrópica paulatina nas áreas próximas à RESEX, podendo ser oriundo de uma urbanização desenfreada ou atividades agroindustriais, cercando as delimitações e/ou chegando até a invasão. Esses fatores supracitados são empecilhos para um bom

desenvolvimento da flora e da fauna locais, bases da atividade econômica de diversas famílias que vivem da renda do extrativismo.

No âmbito das legislações, pode-se trabalhar junto a órgãos de defesa ambiental para que haja um melhor controle daquela área, diminuindo assim, as pressões. Contudo, apesar de tal impedimento respaldado legalmente, a inércia das autoridades competentes, a omissão e até mesmo a ausência de fiscalização e transparência processual, garantem a perpetuação de um cenário cada vez mais difícil, onde as comunidades tradicionais encontram-se diretamente afetadas. A aplicabilidade da lei penal deve ser cumprida na integralidade diante das evidências devidamente apuradas, ao contrário do que muitas vezes acontece, uma vez que esta é relegada ao alvedrio do Poder Público.

Diante das adversidades observadas no trabalho é iminente a necessidade de se promover uma conscientização efetiva, eficaz e eficiente acerca da relevância da conservação de reservas como a aqui estudada. A questão da conquista de direitos que garantem um ambiente ecologicamente equilibrado para todos está longe de obter resolutividade, porém é preciso estimular o empoderamento local para que se possa resgatar em primeiro lugar a cidadania das comunidades tradicionais e, por conseguinte, o direito à territorialidade e qualidade de vida. Nessa perspectiva simbiótica de garantia de direitos, almeja-se um futuro pautado pela integridade e interação coerente perante o ambiente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Grupo de Trabalho Guaiamum do Conselho Gestor da RESEX ACAÚ-Goiana, ao CETENE/ICMbio, ao Conselho Pastoral da Terra (CPP) e à FUNDAJ pelas colaborações.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R; TASUMI, M; TREZZA, R; BASTIAANSSEN, W; WATERS, R. **SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land)**. Advanced Training and User's Manual – Idaho Implementation, version 1.0, 2002.

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste**: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. São Paulo: Cortez, 2005.

BRASIL. **Decreto nº 98897, de 30 de janeiro de 1990, que dispõe sobre as reservas extrativistas e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 31 janeiro, 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d98897.htm>. Acesso em: março/2017.

BRASIL. **Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**. Diário oficial da União, 13 fev, 1998. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: março/2017.

BRASIL. **Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000, que 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**. Diário Oficial da União, 19 jul, 2000. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: março/2017.

BRASIL. **Decreto s/n, de 26 de setembro de 2007, que cria a Reserva Extrativista Acaú-Goiana, nos Municípios de Pitimbú e Caaporã, no Estado da Paraíba, e Goiana, no Estado de Pernambuco, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 27 de set, 2007 Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Dnn/Dnn11351.htm>. Acesso em: março/2017.

CAMPOS, O. L. Estudo de caso sobre impactos ambientais de linhas de transmissão na Região Amazônica. In: **BNDES Setorial** 32. p. 231-266, 2010. Disponível em:<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set32107.pdf>. Acesso em: 03 de janeiro de 2017.

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

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.

CUNHA, C. C; LOUREIRO, C. F. B. Estado educador: uma nova pedagogia da hegemonia nas reservas extrativistas. **Rev. katálysis**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 52-61, 2012.

FADIGAS, A. B. M; GOMES, L. G. Conservation of the estuarine zone of the Goiana and Megaó rivers in northeastern Brazil: an analysis of the strategies adopted by fisherwomen communities. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Lisboa, v. 12, n. 4, p. 577-582, dez. 2012.

FADIGAS, A. B. M; GOMES, L. G. Uma análise do processo participativo para a conservação do ambiente na criação da Reserva Extrativista Acaú-Goiana. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 561-576, dezembro, 2010.

GOMES, V. P; GALVÍNCIO, J. D; FERREIRA, P. S; SILVA, J. F; FERREIRA, H. S. Hyperspectral analysis in areas of Caatinga degraded in the municipality of Sertânia - PE. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 6, n. 5, p. 262-269, 2016.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. s/d. **Gráficos sobre a curva densidade probabilidade – CDP**. Disponível em: <clima1.cptec.inpe.br/estacaochuvosa/pt>. Acesso em janeiro 2017.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, s/d. **Biomas** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2280-resex-acau-goiana>. Acesso em: março/2017.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em Recursos Terrestres**. Tradução de J. C. N. Epiphanio. São José dos Campos: Parênteses.

LIMA, M. E.; SELVA, V. F.; RODRIGUES, G. G. Gestão participativa nas reservas extrativistas: a atuação do Instituto Chico Mendes da Biodiversidade. **Revista Brasileira de Geografia Física**, América do Sul, v. 9, n. 6, p. 10, 2016.

MACHADO, M. R. I. M; SILVA JÚNIOR, J. P. A Mesorregião da Mata Pernambucana e os impactos socioambientais gerados em função do monocultivo da cana de açúcar. In: **Simpósio Internacional de Geografia Agrária**, Recife, p. 1-13, 2009.

MARKHAM, B. L.; BARKER, L. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. **International Journal of Remote Sensing**, v. 8, n. 3, p. 517-523, 1987.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. s/d. **Consulta pública – RESEX**. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/consulta-resex>. Acesso em: março/2017.

MOLION, L. C. B; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17. n. 1, p. 1-10, 2002.

PAES, R. F. C. DE; CANDEIAS, A. L. B; SOBRAL, M. C. Sistemas de informações geográficas para subsidiar a tomada de decisão na gestão ambiental de reservatórios. **Anais**, III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação - SIMGEO, Recife, Pernambuco, 2010.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

ROSENDO, J. dos S. **Índices de Vegetação e Monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do rio Araguari - MG - utilizando dados do sensor MODIS**. 2005. 130 p. Dissertação (Mestrado em Geografia e Gestão do Território) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

ROSSETO, R., s/d. **Árvore do conhecimento**: Cana-de-açúcar. EMBRAPA/Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica, s/n. Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_97_22122006154841.html>. Acesso em: 12/02/2017

ROUSE, J. W; HASS, R. H; SCHELL, J. A; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3, Washington. **Proceedings...** Whashington: NASA. v. 1, p. 309-317, 1973.

SILVA, B. B; BRAGA, A. C; BRAGA, C. B; OLIVEIRA, L. M. M; MONTENEGRO, S. M. G. L; BARBOSA JÚNIOR, B. Procedures for calculation of the albedo with OLI-Landsat 8 images: Application to the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 3-8, 2016.

SILVA, E. R. A. C; MORAIS, Y. C. B; SILVA, J. F; GALVÍNCIO, J. D. Consumo de água na irrigação para cultivo da bananeira nas condições edafoclimáticas da bacia do riacho do Pontal no Semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 08, p. 921-937, 2015.

MEDEIROS SILVA, S. O extrativismo artesanal frente ao extrativismo espoliador: as reservas extrativistas como instrumento de garantia dos territórios pesqueiros no Brasil. **Revista de Geografia**, Recife. v. 33, n. 2, p. 179-195, 2016