

UTILIZAÇÃO DO SIG PARA DETERMINAR O AVANÇO DA CARCINICULTURA SOBRE O MANGUE NO ESTUÁRIO DO RIO POTENGI: UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL

Jessica Santos da Silva de Souza ¹
Jairo Rodrigues de Souza ²

RESUMO

A carcinicultura é uma prática extrativista que causa significativo impacto ambiental, principalmente quando instalada em ecossistema de manguezal, pois é um ambiente altamente sensível às perturbações antrópicas. Assim, o presente trabalho tem como objetivo geral utilizar o SIG para determinar o avanço espacial da carcinicultura sobre os manguezais situados no estuário do Rio Potengi, Natal-RN, indicando as áreas superficiais impactadas, em hectares, utilizando ferramentas de geoprocessamento para uma análise multitemporal. A metodologia utilizada consistiu em levantamento bibliográfico e cartográfico em diversos sítios eletrônicos e delimitação da área de estudo; confecção de mapas temáticos demonstrando o avanço da atividade de carcinicultura sobre o manguezal.

PALAVRAS-CHAVE: Carcinicultura; Manguezal; Estuário do Rio Potengi; Impacto Ambiental; Geoprocessamento.

USE OF GIS TO DETERMINE THE ADVANCEMENT OF CARCINICULTURE ON THE MANGUE IN THE POTENGI RIVER ESTUARY: A MULTIMEDIA ANALYSIS

ABSTRACT

Shrimp farming is an extractive practice that causes environmental significance, the main one when it is found in a long-term ecosystem, since it is a highly specific environment for anthropic disturbances. Thus, the present work has as general objective the GIS to determine the spatial development of shrimp farming on the mangroves located in the Potengi River estuary, Natal-RN, indicating as impacted surface areas, in hectares, with the use of geoprocessing tools for an analysis multitemporal. The methodology used consisted of a bibliographical and cartographic survey and a delimitation of the study area; preparation of thematic maps demonstrating the beginning of shrimp farming activity on the mangrove.

KEYWORDS: Carciniculture; Mangrove; Potengi River Estuary; Environmental Impact; Geoprocessing.

UTILIZACIÓN DEL SIG PARA DETERMINAR EL AVANCE DE LA CARCINICULTURA SOBRE EL MANGLAR EN EL ESTUARIO DEL RÍO POTENGI: UN ANÁLISIS MULTITEMPORAL

RESUMEN

La carcinicultura es una práctica extractiva que causa un impacto ambiental significativo, principalmente cuando se instala en ecosistemas de manglar, ya que es un ambiente altamente sensible a las perturbaciones antrópicas. Así, el presente trabajo tiene como objetivo general

¹ Especialista em Gestão Ambiental e discente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte; ssdesouza.jessica@gmail.com

² Mestre em Ciências Ambientais e Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, jairo.souza@ifrn.edu.br

utilizar el SIG para determinar el avance espacial de la carcinicultura sobre los manglares situados en el estuario del río Potengi, Natal-RN, indicando las áreas superficiales impactadas, en hectáreas, utilizando herramientas de geoprocésamiento para un análisis multitemporal. La metodología utilizada consistió en el levantamiento bibliográfico y cartográfico en diversos sitios electrónicos y la delimitación del área de estudio; así como la elaboración de mapas temáticos que demuestran el avance de la actividad de carcinicultura sobre el manglar.

PALABRAS CLAVE: Carcinicultura; Manglar; Estuario del Río Potengi; Impacto Ambiental; Geoprocésamiento.

1.INTRODUÇÃO

Os manguezais estão presentes nas faixas tropicais e subtropicais do planeta, consistindo num habitat de transição entre o rio e mar. Este ecossistema ocupa regiões caracteristicamente inundadas como: estuários, baías, lagoas costeiras e deltas (ALVES et al, 2001). Abrigado das ações das ondas, este ecossistema dispõe de condições favoráveis para alimentação, proteção e reprodução para várias espécies de animais, tendo assim a função de berçário natural, além de ser considerado como um dos mais produtivos e ricos em biodiversidade e de grande importância para o equilíbrio ecológico (SHAEFFER-NOVELLI, 1995).

No nordeste brasileiro, o uso dos manguezais até as primeiras décadas do século XX, era limitado à população litorânea, que utilizava a área de manguezal no estuário para construir viveiros, retenção e engorda de peixes estuarinos (DIEGUES, 1996). Nos dias atuais o litoral norte-rio-grandense, é tido como um dos maiores polos de criação de camarão em cativeiros do Brasil encontrando-se, principalmente, a espécie originária do oceano Pacífico a *Pnaeus vannamei* (MEDEIROS, 2006).

Essa atividade carcinícola acaba provocando grande desequilíbrio neste ambiente, podendo ser observado pela redução das espécies vegetais, animais e de área superficial do mangue na costa brasileira, onde há criação de camarão (LIMA, 2010). Neste sentido, Souza (2016) traz em seu artigo uma estimativa de 1% a 2% de perda de cobertura total do ecossistema de manguezais em todo o mundo. Sendo alguma das principais causas a expansão urbana e empreendimentos de aquicultura instaladas às margens dos manguezais. O autor ainda relata consequências como o comprometimento de outros serviços ambientais que estão diretamente relacionados e até mesmo dependentes do bom funcionamento do ecossistema de manguezal, a

exemplo disso tem-se a diversidade da vida marinha e a subsistência das comunidades tradicionais (NASCIMENTO, 2007).

A criação de camarão também traz inúmeros impactos ao meio ambiente, sendo estes de origem social, econômico e naturais. Dentre eles, destacam-se: disseminação de doenças que estão diretamente relacionadas a alta densidade na estocagem dos crustáceos e o contínuo acasalamento entre parentes; a degradação do solo de viveiros; mudanças hidrodinâmicas das marés; a supressão vegetal para dar lugar ao tanques para a criação dos crustáceos e a contaminação da água pelo efluente que contém alta concentração de material orgânico e nutrientes em suspensão, principalmente nitrogênio e fósforo, provenientes da alimentação dos crustáceos que juntamente com os fertilizantes contribuem para a eutrofização das águas costeiras (TANCREDO et al, 2011; CAVALCANTI, 2012).

Neste sentido, Godoy (2015) mostra que o desmatamento causado pela criação de fazendas de camarão foi um dos maiores responsáveis pela diminuição das áreas de manguezais. E Medeiros (2009) traz em sua dissertação um resultado de 65,22% de perda de cobertura vegetal de mangue entre o período de 1988 a 2006.

Mesmo com o crescimento significativo que a carcinicultura teve nos últimos anos, ainda são poucos os trabalhos que tratam do avanço desta atividade sobre o manguezal na região estuarina do rio Potengi. Dentre os poucos trabalhos encontrados, destaca-se Medeiros (2009), a qual fez uma análise da dinâmica espacial do estuário Potengi/RN, mostrando, através do processamento de imagens Landsat 1, mudanças ocorridas durante os períodos de 1988, 1994 e 2006 em decorrência da urbanização e da criação de camarão crescente neste espaço. Souza (2016) que realizou o trabalho de mapeamento dos manguezais remanescentes em Sergipe. Oliveira et al (2017) que utilizaram o geoprocessamento no zoneamento ambiental no município de São Bento na Paraíba. Souza e Vale (2016) que trabalharam a vulnerabilidade ambiental da planície costeira de Caravelas no estado da Bahia, utilizando também o geoprocessamento.

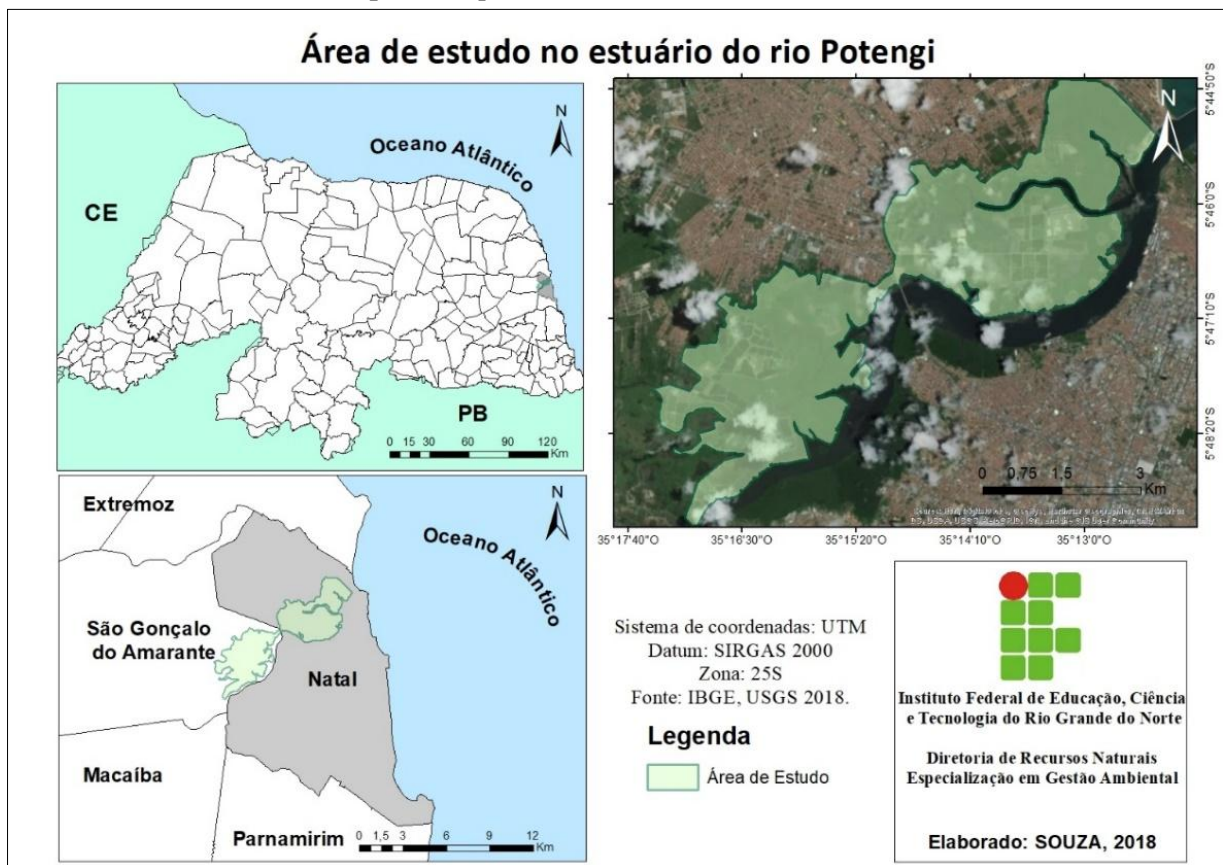
Neste sentido, viu-se a necessidade de dar continuidade ao trabalho de Medeiros (2009), devido à grande importância que o manguezal tem para o equilíbrio do ecossistema. Com isso, o artigo tem como objetivo geral utilizar o SIG para determinar o avanço espacial da carcinicultura sobre os manguezais situados no estuário do Rio Potengi, Natal-RN, indicando

as áreas superficiais impactadas, em hectares, utilizando ferramentas de geoprocessamento para uma análise multitemporal.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estuário do rio Potengi, encontra-se na região litorânea do estado do Rio Grande do Norte, entre as coordenadas geográficas 35° 14'56.78" O de longitude e 5°46'56.78" S de latitude (Mapa 1). A área de estudo delimitada compreende um total de 2.319 hectares.

Mapa 1- Mapa de localização da área de estudo



2.1 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

Nesta seção, serão descritas as características e aspectos fisiográficos da área em estudo.

2.1.1 Clima

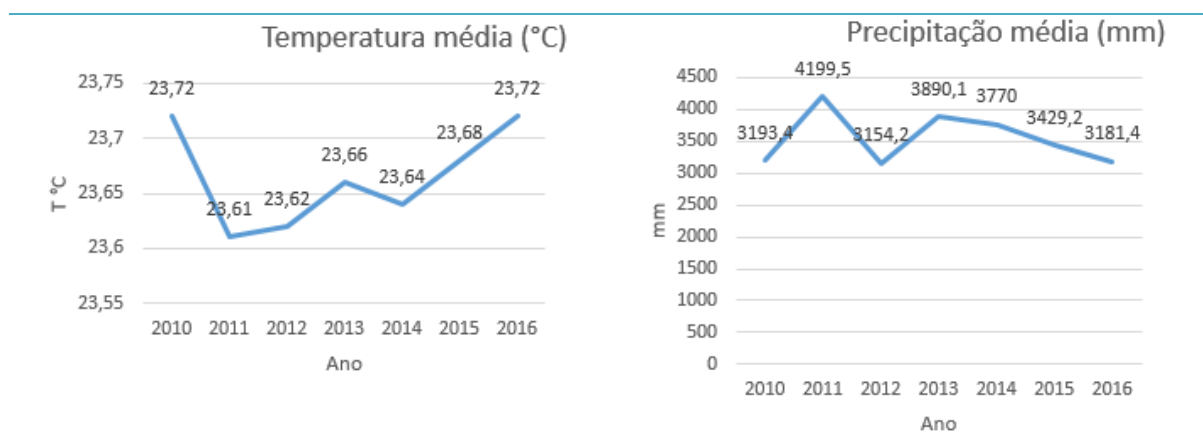
O município de Natal-RN está inserido no Clima Tropical (As') do Nordeste Oriental, onde as chuvas ocorrem no período de inverno-outono, caracterizado por ser um clima de altas temperaturas (megatérmico), sendo seu verão mais seco (SANTO et al., 2016) e com

temperatura média anual de 26°C. Os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março são os mais quentes, com média registada de 30 °C (Figura 1). Já os meses de junho, julho e agosto apresentam média registada de 28 °C (INMET, 2018).

2.1.2 Precipitação

A precipitação anual de Natal-RN, dentre os anos de 2010 a 2016, corresponde a uma média de 3000 mm, onde os meses mais chuvosos correspondem aos meses de maio, junho e julho, correspondendo assim aos meses de outono-inverno (Figura 1).

Figura 1 – Temperatura e precipitação da estação 82598 – Natal. Média de dados climatológicos calculadas para os anos de 2010 a 2016. As informações deste gráfico se referem ao período 01/01/2010 a 31/12/2016



Fonte: INMET (2018).

2.1.3 Vegetação

Na área de estudo, a cobertura vegetal está vinculada às características morfológicas associadas as praias, campos dunares e manguezais, os quais fazem parte do domínio da Mata Atlântica onde estão inseridas a floresta ambrófila e a estacional semicaducifólia, que por sua vez estão associadas ao ecossistema manguezal. Existe também a presença da formação vegetal do tabuleiro litorâneo. Na capital, encontramos vestígios da Caatinga, Restinga e da Mata Atlântica, onde destaca-se a reserva do Parque das Dunas (ANUÁRIO DE NATAL, 2016; FERNANDES, PETTA, 2008).

2.1.4 Geomorfologia

O rio Potengi tem formação de planície flúvio-marinha (FRAZÃO, 2003), que desaguando junto à cidade do Natal, para montante, transforma-se em planície fluvial, onde ambas pertencem à unidade geomorfológica da faixa litorânea e cercado por relevos tabulares dos Tabuleiros Costeiros, com predominância na porção sul da bacia Potengi. Já na parte central da bacia, existe a predominância de relevos tabulares pouco dissecados e, subordinadamente, os relevos convexos e aguçados, sendo estes relevos residuais, que pertencem à unidade de Depressão Sertaneja. E no extremo oeste da referida bacia, tem-se relevos convexos e aguçados do Planalto da Borborema (FERNANDES; PETTA, 2008; IGARN 2009).

2.2 MATERIAIS

Os materiais utilizados para a realização deste trabalho foram:

- a) Bibliografias;
- b) Imagens do satélite Terra View, disponibilizadas no *software* Google Earth Pro, Landsat 4-5, 7 ETM+ e 8;
- c) *Software* ArcGIS 10.5.

2.3 MÉTODOS

Pode-se afirmar que o referencial teórico apresentado se caracteriza como exploratório e descritivo, pois o intuito é promover mais informações sobre o assunto, de forma a permitir sua definição e delineamento, trazendo os registros e descrição de fatos constatados em artigos pesquisados (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A escolha de trabalhos como teses, dissertações e artigos se deram em algumas bases previamente determinadas, sendo elas: Repositório da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), por reunir trabalhos acadêmicos anteriores relacionados a temática de interesse; Periódicos Capes, por ser uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza o melhor da produção científica internacional, além de proporcionar a inserção da produção científica nacional no exterior; Memória do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), por se tratar de um espaço com produções científicas de alta qualidade sobre o tema abordado neste trabalho.

Com a escolha das bases de pesquisa, a busca se deu por palavras-chave como: “o

impacto da carcinicultura no Estuário Potengi”, “o impacto da carcinicultura nos manguezais”, “geoprocessamento e a carcinicultura” e “análise multitemporal usando geoprocessamento”. Foram muitos os resultados encontrados, porém não contabilizados em números. A seleção dos trabalhos foi através da leitura de títulos, seguido pela leitura do resumo e da metodologia aplicada. Desta forma foi possível selecionar produções de acordo com interesse de produção. Foram utilizados também livros disponibilizados na biblioteca setorial do IFRN.

Posteriormente, adotaram-se técnicas de geoprocessamento e processamento digital de imagens, a fim de monitorar os elementos geoambientais (SOUZA, et al., 2016; SOUZA, VALE, 2016; SOUTO, 2004; MARTINS, 2008; AMARO, COSTA, 2012; SOUZA, 2017). Essas técnicas constituem-se no desenvolvimento de um banco de dados ambientais georreferenciados e criação de mapas temáticos partindo das análises e interpretação dos dados em ambiente SIG.

O sensoriamento remoto viabilizou o levantamento de dados de forma regular e intensa sobre mudanças em áreas extensas, sendo necessária a transformação de uma imagem para que possam ser percebidas mudanças sob um determinado ponto de vista (LANG, 2009). Fitz (2008) traz o sensoriamento remoto como uma tecnologia que promove grande parte dos dados para estudos vinculados à fenômenos espaciais.

Neste sentido, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) mostrou-se um ótimo resultado no que se refere ao suprimento de informações atualizadas de acordo com as necessidades, sejam elas de mapeamento ou monitoramento (SANTOS, 2006), manipulação de imagens e geração de dados secundários (FITZ, 2008). Pimentel (2016) vê o SIG como uma ferramenta tecnológica que tem como intensão, manipular dados georreferenciados, com o objetivo de se fazer cumprir o pré-processamento, análise dos modelos de dados e pós-processamento.

2.3.1 Seleção e aquisição de imagens

A seleção de imagens multiespectrais foi o principal fator de sucesso para o mapeamento dos tanques de carcinicultura e interpretação da cobertura vegetal. Para isso, as imagens selecionadas foram isentas de cobertura de nuvens e a data de passagem de imageamento próxima uma das outras.

Então, foram usadas quatro imagens, adquiridas no *site* do Serviços Geológicos dos Estados Unidos (USGS), sendo uma Sentinel-2 com data de passagem de 14 de novembro de 2018 e resolução de 10 metros, uma Landsat 4-5 com data de passagem de 27 de dezembro de 2010, outra Landsat-7 com data de passagem 15 de abril de 2013 e Landsat-8 com data de passagem 22 de setembro de 2016, sendo essas três imagens com resolução de 30 metros. Além disso, baixaram-se imagens em formato “*jpeg*” do *software* Google Earth Pro referentes as datas de outubro de 2013 e dezembro de 2016.

A imagem Sentinel-2 serviu como base para proceder o georreferenciamento, no programa ArcGIS 10.5, das imagens obtidas no Google Earth Pro para melhor visualização da área para demarcar os polígonos de tanques de carcinicultura e da área de estudo.

2.3.2 Elaboração dos mapas

Com as imagens em ambiente GIS, criaram-se *shapefiles* de polígonos, delimitando os tanques de carcinicultura referentes aos anos de 2010, 2013 e 2016 (MOREIRA, 2007). Depois, utilizando o algoritmo “*erase*”, conseguiu-se estimar a expansão da atividade econômica supracitada sobre o mangue, comparando temporal e espacialmente entre os anos 2010-2013, 2013-2016 e 2010-2016. Os mapas que apresentam o comportamento da vegetação na área de estudo, usou-se o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) com a razão da soma pela diferença das bandas espectrais do infravermelho próximo e vermelho (JENSEN, 1996) (Equação 1).

$$NDVI = \frac{(IVP - Ver)}{(IVP + Ver)} \quad (1)$$

Onde IVP e Ver significam bandas do infravermelho próximo e vermelho, respectivamente.

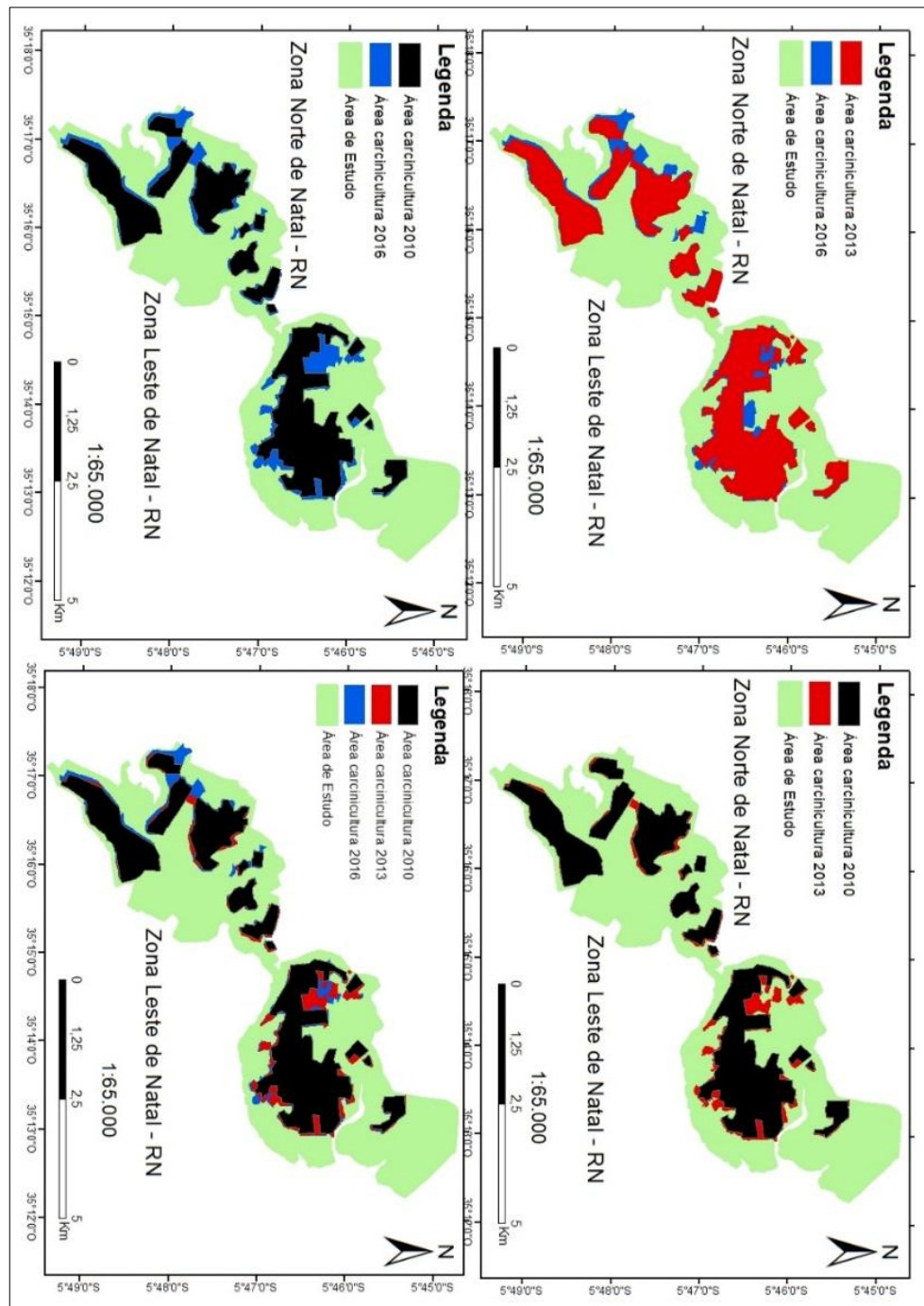
À medida que aumenta a quantidade de vegetação verde, aumenta a reflexão na banda do infravermelho próximo e diminui a reflexão na banda do vermelho fazendo com que o aumento da razão seja potencializado, realçando assim a vegetação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Impulsionado pelas expectativas positivas do mercado consumidor e por se situar em terrenos de planícies de inundação (sedimentos pelíticos), a partir dos produtos gerados pelo geoprocessamento, foi possível construir mapas destacando as áreas onde estão inseridas a

atividade carcinícol, comparando seu aumento superficial progressivo nos anos de 2010 -2013, 2013-2016 e 2010-2016 (Mapa 2). O (Quadro 1) mostra a área dos tanques de carcinicultura de cada ano e da área de estudo.

Mapa 2 - Mapa comparativo dos anos 2013-2016, 2010-2016, 2010-2013 e 2010-2016 da expansão dos tanques de carcinicultura do Estuário do rio Potengi



Fonte: Elaboração própria (2018).

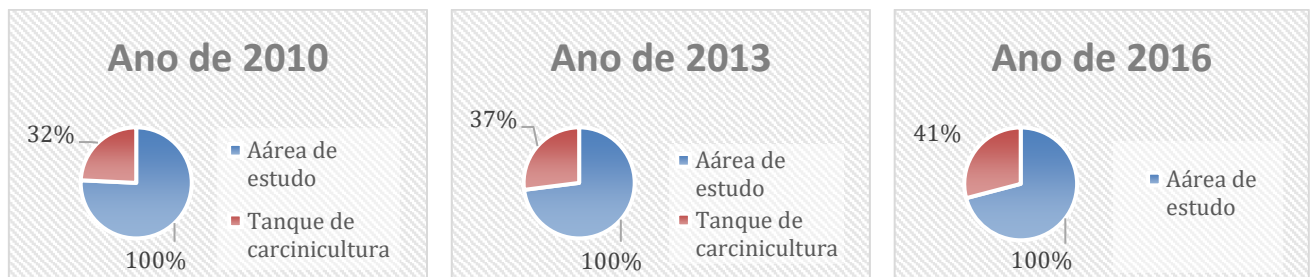
Quadro 1 - Somatório das áreas dos tanques de carcinicultura de cada ano

Áreas de tanques	Total em hectares
Ano de 2010	771
Ano de 2013	862
Ano de 2016	960

Fonte: Elaboração própria (2018).

Sabendo que a área em estudo compreende um total de 2.319 hectares, foi calculada para cada ano a porcentagem da região ocupada na produção dos crustáceos (Figura 2). No ano de 2010, os tanques para criação de camarão ocupava 32% da área em estudo. Em 2013, essa mesma atividade econômica passou a ocupar 37%. Já em 2016, 41%.

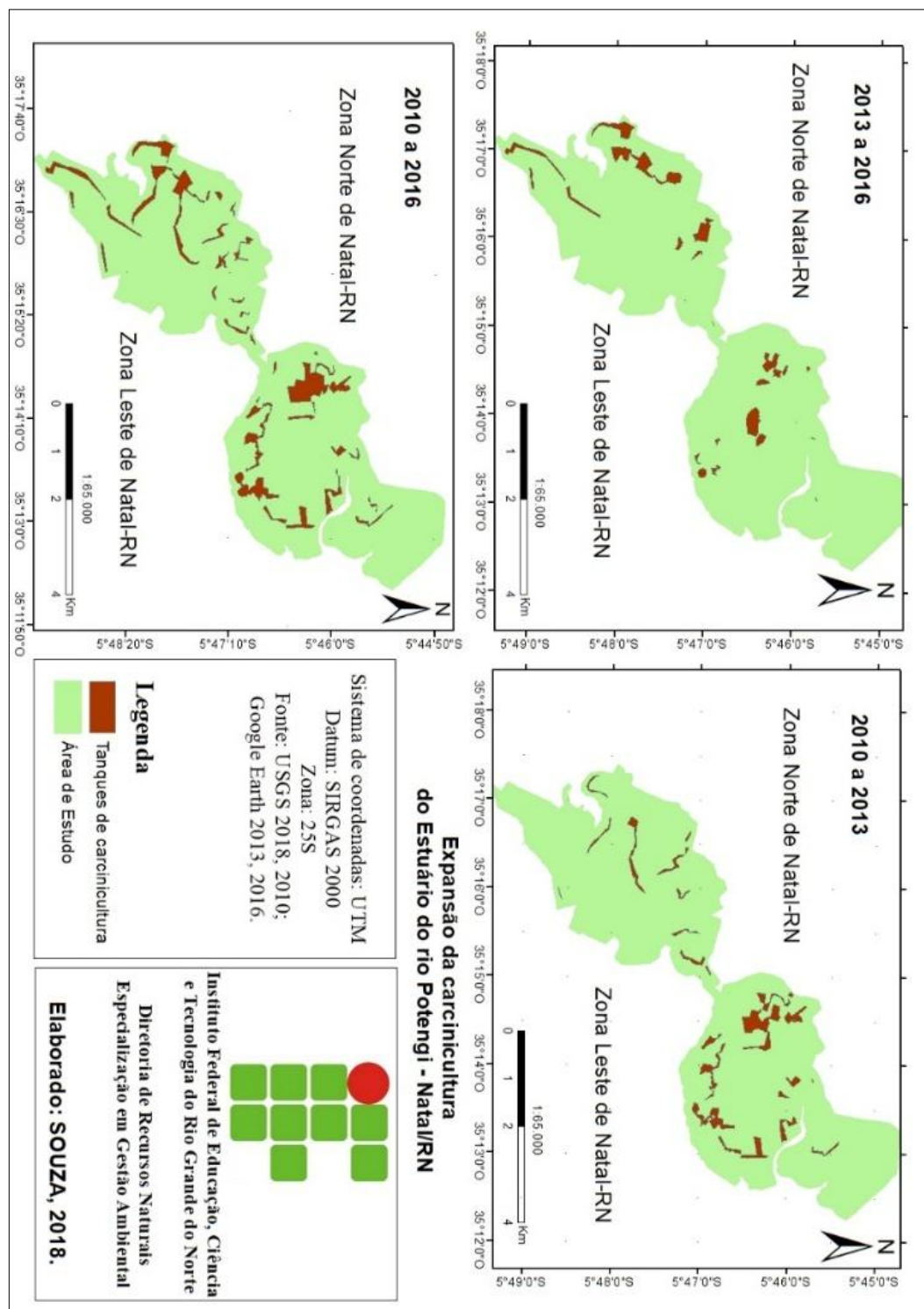
Figura 2 - Os gráficos abaixo mostram os valores, em porcentagem, do crescimento da carcinicultura frente ao manguezal



Fonte: Elaboração própria (2018).

No mapa seguinte, utilizando a ferramenta “erase” do ArcGIS 10.5, constatou-se o crescimento real quando se comparado aos anos de 2010-2013, 2013-2016 e 2010-2016 (Mapa 3). A tabela 1 mostra em hectares a expansão ocorrida nos respectivos anos.

Mapa 3 - Mapa de expansão temporal dos viveiros de camarão no mangue na ordem 2013-2016, 2010-2016 e 2010-2013. Nota-se que de 2010 a 2016 houve um crescimento tanto nos setores nordeste e sudoeste da área de estudo



Fonte: Elaboração própria em 2018.

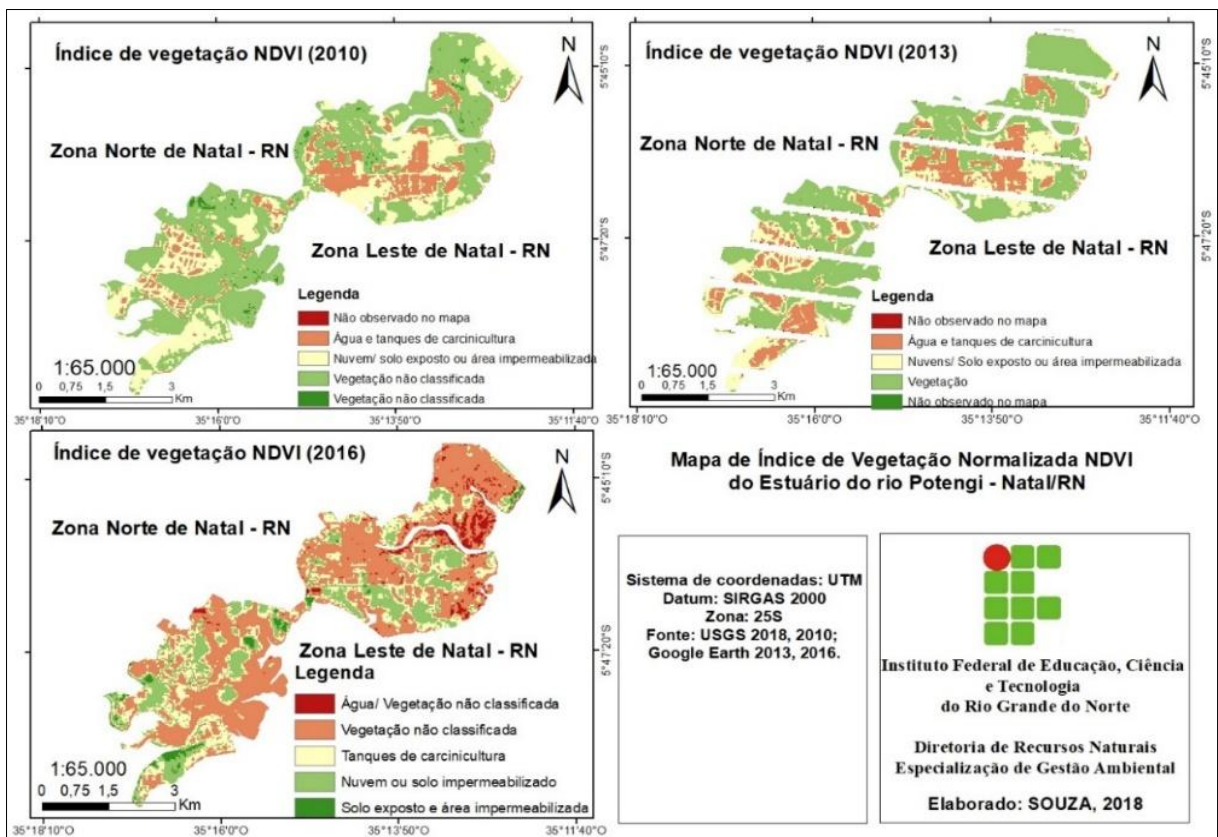
Tabela 1 - Crescimento real da área de carcinicultura em hectares

Anos	Diferença em hectares
2010-2013	111
2013-2016	95
2010-2016	206

Fonte: Elaboração própria (2018).

O NDVI é indicado para o estudo da vegetação, ideal para estimar a quantidade, qualidade, umidade e monitoramento destas características (NOVAS et al, 2008). O índice aplicado colaborou na identificação dos tanques, porém não na sua integralidade nos manguezais do estuário do rio Potengi, em virtude da presença de nuvens nas imagens dos anos de 2010 e 2016, e o ruído ou degradação da imagem do ano de 2013. Contudo, foi possível observar o crescimento das áreas que foram desmatadas para a expansão da atividade econômica de criação de camarão e, por conseguinte o decréscimo da vegetação de mangue nas regiões ausentes de nuvens (Mapa 4).

Mapa 4 - Mapa de NDVI da área de estudo em níveis temporais. Observa-se que no NDVI (2013), há linhas brancas (ruídos) cortando o mapa. Já no NDVI (2016), a vegetação ficou de cor vermelha



Fonte: Elaboração própria (2018).

Outra dificuldade na aplicação do NDVI foi a maneira com a qual o ArcMap 10.5 fixou as cores para cada alvo de superfície. O quadro 2, mostra como ficaram distribuídas e o significado de cada cor no mapa referente aos anos analisados. Os valores de NDVI quanto mais próximo de 1, mais densa é a vegetação; o valor 0 (zero) indica superfície não vegetada (ROSENDO, 2005). Para os anos de 2010 e 2013, os valores gerados são condizentes com o que propõe o autor supracitado. Já para o ano de 2016, os dados representados não expõem a realidade discutida, pois mostram que os valores de NDVI negativos representam a vegetação; já os positivos indicam nuvens e/ou solo, sendo uma situação discrepante, provavelmente em decorrência da grande amplitude das marés e o suave gradiente de altitude das bacias costeiras dos rios tornam seus estuários muito sensíveis a variações do nível do mar e a mudanças no fluxo fluvial (LACERDA et al, 2006).

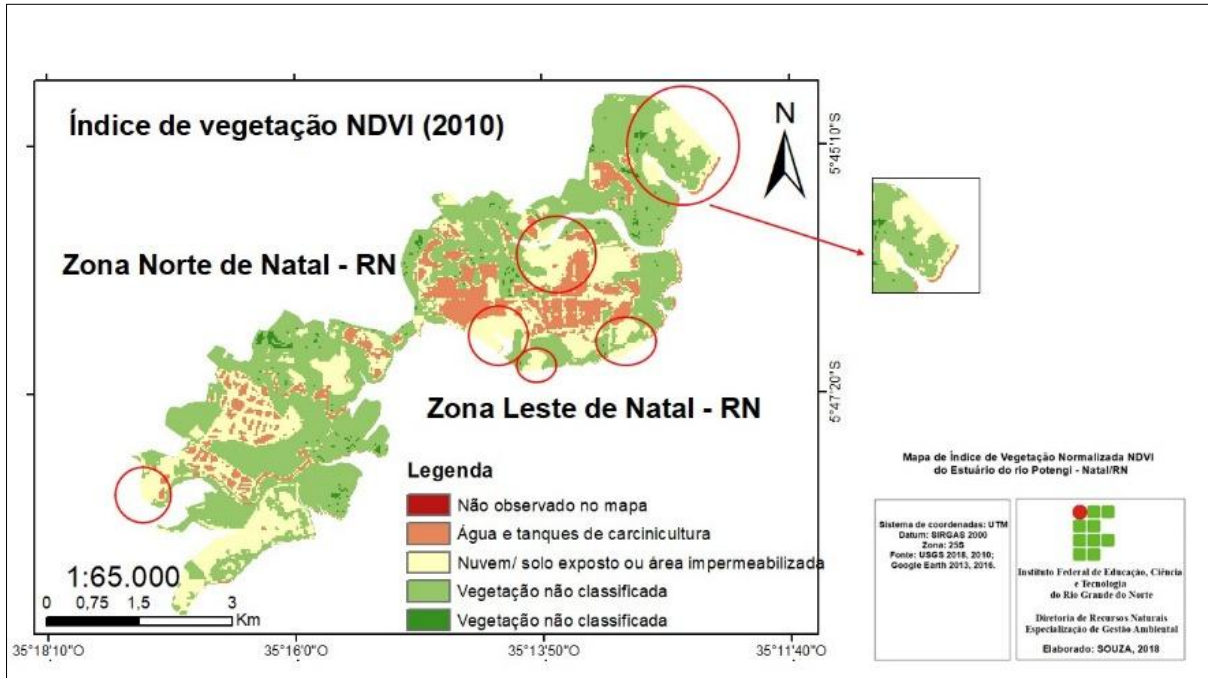
Quadro 2 - Cores fixadas para cada alvo de superfície da área de estudo

Intervalo	Alvos da superfície		
	Ano de 2010	Ano de 2013	Ano de 2016
-0,60 a -0,10	Não observado no mapa	Não observado no mapa	Água e vegetação não classificada
-0,10 a 0,05	Água e tanques de carcinicultura	Água e tanques de carcinicultura	Vegetação não classificada
0,05 a 0,22	Nuvem/ solo exposto ou áreas impermeabilizadas	Nuvem/ solo exposto ou áreas impermeabilizadas	Tanques de carcinicultura
0,22 a 0,43	Vegetação não classificada	Vegetação não classificada	Nuvem ou solo impermeabilizado
0,43 a 1	Vegetação não classificada	Não observado no mapa	Solo exposto

Fonte: Elaboração própria (2018).

Os mapas seguintes mostram com mais detalhes as nuvens (Mapa 5) e ruído (Mapas 6 e 7) que comprometem a qualidade do resultado esperado.

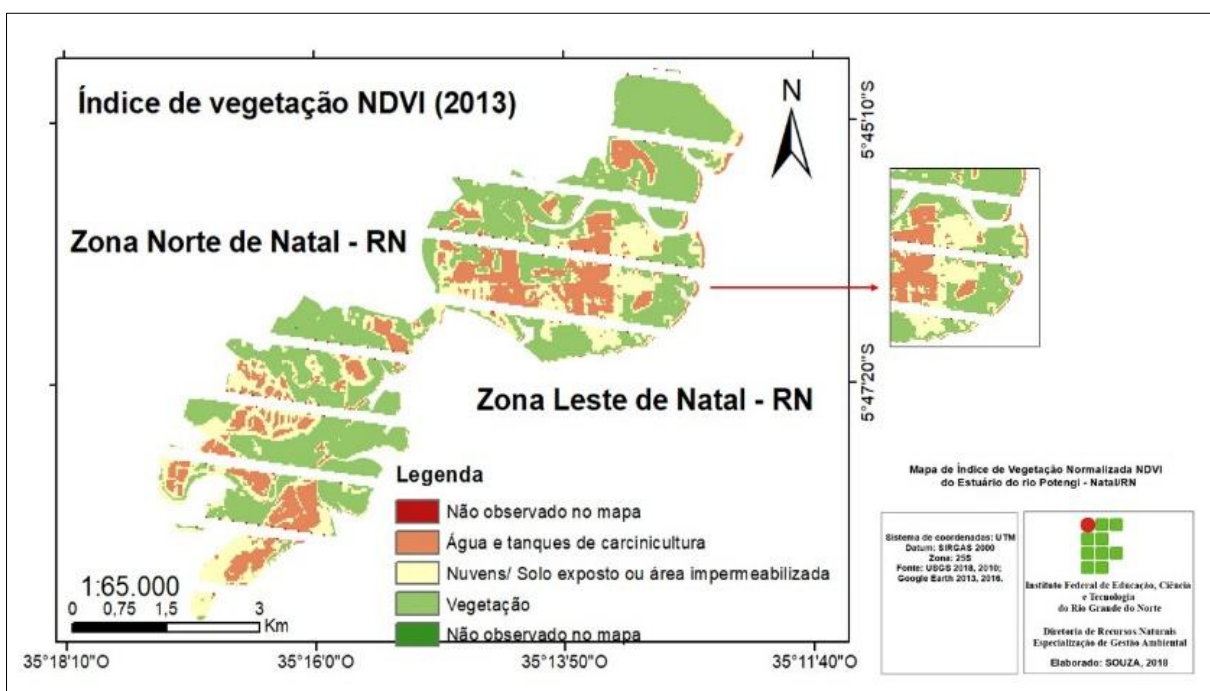
Mapa 5 – NDVI aplicado ao ano de 2010 com nuvens (em círculos)



Fonte: Elaboração própria (2018).

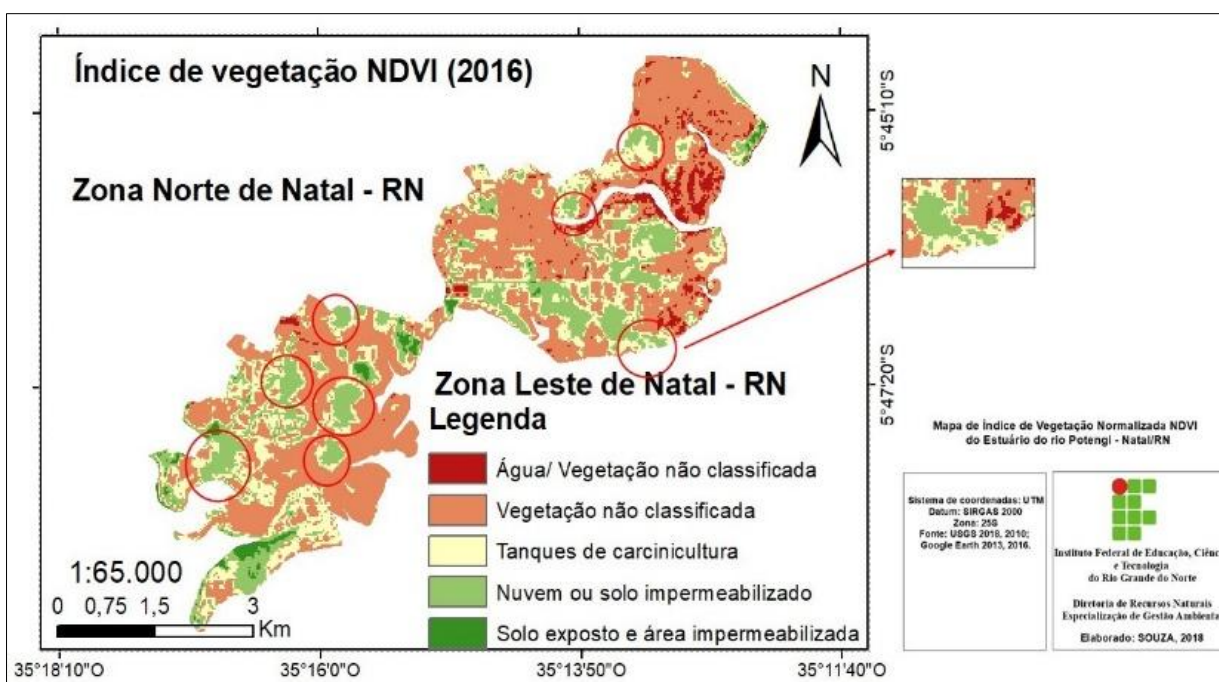
Já no mapa referente ao ano de 2013 (Figura 8), não havia nuvens que impedisse uma boa visualização da área. Todavia, apareceram faixas ou ruídos brancos em diagonais, surgindo devido aos movimentos da câmera ocasionados por vibrações externas e imperfeições no espelho de varredura, causando este tipo de degradação nas imagens do sensor Landsat 7 e provocando um efeito de filtro passa-baixas nas duas direções óticas (BOGGIONE, 2004). Já a figura 9, o NDVI alterou as cores padrões para a vegetação. Ao invés de permanecer verde, inverteram-se as cores. Onde era verde (vegetação), ficou vermelho (água nos outros mapas).

Mapa 6 – NDVI aplicado ao ano de 2013 com poucos pontos de nuvens. Porém, tem várias faixas em branco cortando a imagem



Fonte: Elaboração própria (2018).

Mapa 7 – NDVI aplicado ao ano de 2016 com pontos de nuvens (verde). O vermelho indica regiões com vegetação



Fonte: Elaboração própria (2018).

4. CONCLUSÃO

Então, diante dos resultados alcançados, a metodologia utilizada se mostrou eficiente na análise multitemporal a partir do uso das imagens multiespectrais Sentinel-2, Landsat 4-5, Landsat-7 e Landsat-8, possibilitando a geração e análise dos mapas descritos neste trabalho. O georreferenciamento aplicado aos anos de 2013 e 2016, foi de fundamental importância para melhor visualização e delimitação dos tanques de carcinicultura e da área de estudo.

A sobreposição dos *shapefile* de polígonos dos tanques, se mostrou eficiente na comparação entre os anos analisado, permitindo, assim, uma melhor visualização de toda a área ocupada pela atividade carcinícola. Com a ferramenta “*erase*”, revelou o crescimento real da área ocupada para a criação de camarão. A aplicação do NDVI mostrou o quanto de mangue foi desmatado em decorrência da constante expansão da atividade carcinícola, e mesmo contendo manchas ocasionadas pelas nuvens e ruídos, o índice foi indispensável para complementar os resultados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. R. P; FILHO, O. P; PERES. R. A. R. **Manguezais: educar para proteger** / Organizado por Jorge Rogério Pereira Alves - Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS, 2001. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/manguezais.pdf>. Acesso em: 21. mai. 2018.
- AMARO, V. E; COSTA, B. C. P. **Identificação fitofisionômica através de imagens orbitais híbridas do LANDSAT 5-TM e do RADARSAT-1 em manguezais do litoral setentrional do Rio Grande do Norte**. Revista de Geologia. V.25, Hidromesa, UFRN. Rio Grande do Norte. 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/201813100036/Downloads/1364-2506-1-SM.pdf>>. Acesso em: 28. jul. 2018.
- ANUÁRIO NATAL 2016. Organizado por: Danielle Salviano S. N. Nunes, Francisco Lopes Junior, Euclides Tavares, Carlos Virgílio Sales de Araújo, Anna Luiza Conegundes Pereira, Fernando Antonio de Sousa, Matheus Câmara da Costa. Natal: SEMURB, 2016. Disponível em: <http://www.natal.rn.gov.br/bvn/publicacoes/anuario_2016.pdf>. Acesso em: 28. abr. 2018.
- BOGGIONE, G. A. **Restauração de imagens do satélite LANDSAT-7**. Dissertação de Mestrado, do Curso da Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, INPE. 2004. p. 162.
- CAVALCANTI, L. E. **Aspectos geoambientais da carcinicultura no Rio Grande do Norte e seus desdobramentos legais: a implementação da licença ambiental em defesa do meio**

ambiente. v.10-E, Especial Eletrônica, p. 71-88, 2012. Disponível em:<<http://periodicos.unb.br/index.php/redunb/article/view/7121/5614>>. Acesso em: 19. jun. 2018.

DIEGUES, A. C. S. **As populações humanas em áreas naturais protegidas da Mata Atlântica**. 1996. Disponível em:<<http://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/color/ConflitosnaMataAtlantica.pdf>>. Acesso em: 21. mai. 2018.

FITZ, P. R; **Geoprocessamento sem complicação/** Pulo Roberto Fitz. – São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRAZÃO, E. P; **Caracterização Hidrodinâmica e Morfo-sedimentar do Estuário Potengi e Áreas Adjacentes: Subsídios para Controle e Recuperação Ambiental no Caso de Derrames de Hidrocarboneto**. 2003. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geofísica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN. Disponível em:<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18754/1/EugenioPF_DISSERT.pdf>. Acesso em: 28. abr. 2018.

FERNANDES, R. C; PETTA, R. A. **Mapeamento geoambiental com imagens de alta resolução do estuário do rio Potengi – RN**. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife. PE. 2008. Disponível em:<https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII_CD/Organizado/cart_sig/179.pdf>. Acesso em: 04. nov. 2018.

FRAZÃO. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Sistemas meteorológicos causadores de chuva na região nordeste do Brasil, 2002**. Disponível em:<**SISTEMAS METEOROLÓGICOS CAUSADORES DE CHUVA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL**>. Acesso em: 04. nov. 2018.

GODOY, M. D. P. **Alteração nas áreas de mangue em estuários no estado do Ceará devido a mudanças nos usos do solo e mudanças climáticas**. 2015. 202 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Ceará. Disponível em:<<http://www.repositoriobib.ufc.br/00001a/00001ab3.pdf>>. Acesso em: 25. abr. 2018.

IGARN. Instituto de Gestão das Águas do RN. **Sistema hidrográfico do estado, divisão de bacias hidrográficas. Bacia Doce**, 2009. Disponível em:<<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000028911.PDF>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados de temperatura e precipitação**, 2018.

JANSEN, W. J. **Estimating saving-investment correlations: evidence for OECD countries based on an error correction model**. Journal of international Money and Finance, 5, p. 749-781, 1996.

LACERDA, L. D.; MAIA, L. P.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M. E.; BEZERRA, L. J. C.; MENEZES, M. O. T.; **Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais.** *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, p. 24-29. Agosto, 2006.

LANG, S. **Análise da paisagem com SIG/ Stefan Lang**, Thomas Blaschke; tradução Hermann Kux. – São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LIMA, A. V. O. **Degradação dos manguezais do município de Aracaju em decorrência da urbanização.** Anais XVI Encontro Nacional de Geógrafos de 25 a 30 de julho, Porto Alegre, RS. Moluscos. In: Seminário e workshop de tecnologias para aproveitamento integral do pescado. Campinas. Anais... Campinas: ITAL, p. 38-84, 2010. Disponível em: <<https://slidex.tips/download/degradaao-dos-manguezais-do-municipio-de-aracaju-em-decorrencia-da-urbanizaa-an>>. Acesso em: 25. abr. 2018.

MARTINS, P. T. de A. **Análise das intervenções antrópicas no manguezal do rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia.** 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2008

MEDEIROS, M. L; **Estudo Multitemporal da Dinâmica Espacial do estuário Potengi/RN, utilizando como base os dados de Sensoriamento Remoto.** 2009. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18888/1/MariaLM.pdf>> Acesso em: 28. abr. 2018.

MEDEIROS, R. **Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil.** 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v9n1/a03v9n1.pdf>>. Acesso em: 21. mai. 2018.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2007. 320 p.
NATAL. **Natal Ambiental.** Natal: SEMURB, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/201813100036/Downloads/Natal_ambiental_2010.pdf>. Acesso: 22. out. 2018.

NASCIMENTO. A. I. **Manguezal e carcinicultura: o conflito da ecocompatibilidade.** 2007. *Diálogo & Ciência.* Disponível em: < file:///C:/Users/201813100036/Downloads/17-04-2007_21-40-50_Manguezal.pdf>. Acesso em: 21. mai. 2018.

NOVAS, M. F. B.; CRUZ, P. P. N.; SILVA, R.; DI PACE, F. T. **Análise da Variação dos Índices de Vegetação Estimados por Sensoriamento Remoto em Dois Períodos ao Sul da Bacia do Rio Traipu-AL.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA GEOINFORMAÇÃO, 2. 2008, Recife. Anais... Disponível em: Acesso em: 05.dez. 2018.

OLIVEIRA, J.; SOUZA, R. M.; SOBRAL, I. S. **A carcinicultura marinha e seus impactos no manguezal do Vaza-Barris em São Cristóvão- SE.** REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA Fortaleza, Brasil, v. 11, n. 1, p. 30-45, jan./jun. 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/vini_/Downloads/422-1-1038-2-10-20180222.pdf> Acesso em: 25. abr. 2018.

PIMENTEL, G. M. **Monitoramento das paisagens de Paragominas: uma abordagem geossistêmica.** 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Meio Ambiente, Belém, 2016. Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento. Disponível em: < http://repositório.ufpa.br/jsui/handle/2011/9565> Acesso em: 04. dez. 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
SANTO, A. R. S. E; SILVA, C. M. S. **Características climáticas da cidade do Natal.** Parque da Cidade em Revista. Natal. ANO 2, V. 2, n 1, p. 23 - 27. 2016. Disponível em: < http://natal.rn.gov.br/semurb/revistas/file/revista_parque_201611.pdf>. Acesso em: 19. jun. 2018.

SANTOS, J, R; **Avanços das pesquisas e aplicações de sensoriamento remoto no monitoramento da paisagem: contribuições aos estudos do Pantanal.** In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 01., 2006, Campo Grande. *Anais...* Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006, p.675-683. Disponível em: <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.08.13.45.10/doc/p171.pdf>. Acesso em: 29. agos. 2018.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar.** São Paulo: Caribbean Ecological Research. Departamento de Oceanografia Biológica, Instituto Oceanográfico da USP. 1995.

SOUTO, M. V. S; **Análise multitemporal dos elementos geoambientais da região da Ponta do Tubarão, área de influência dos campos petrolíferos de Macau e Serra, municípios de Macau/ RN.** Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte. 2004. Disponível em: < ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/MichaelVSS.pdf>. Acesso em: 28. jul. 2018.

SOUZA, S. O; VALE, C. C; **Vulnerabilidade ambiental da planície costeira de Caravelas (BA) como subsídio ao ordenamento ambiental.** Revista online Sociedade e Natureza. V. 28. Uberlândia. 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/201813100036/Desktop/VULNERABILIDADE%20AMBIENTAL%20DA%20PLANÍCIE%20COSTEIRA%20DE.pdf>. Acesso em: 28. jul. 2018.

SOUZA, B. R; *et al.* **Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento e quantificação de áreas de manguezal no estado de Sergipe.** Caminhos de Geografia - Revista online. v. 17, n. 57 Mar/2016 p. 126–134. Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/28463/17925>>. Acesso em: 28. jul. 2018.

SOUZA, J. R. Mapeamento de manchas de óleo e graxa na zona portuária de Natal-RN utilizando técnicas de geoprocessamento e análise química de água. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade e Gestão de Recursos Naturais) IFRN. Rio Grande do Norte. 2017. Disponível em:

<https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1380/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Jairo%20Rodrigues%20de%20Souza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28. jul. 2018.

TANCREDO, K. R. et al. Impactos Ambientais da Carcinicultura Brasileira. Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world” São Paulo. 2011. Disponível em:

<http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/6/Tancredo_KR%20-%20Paper%20-%206A6.pdf>. Acesso em: 25. abr. 2018.