



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE HUMANIDADES
UNIDADE ACADÊMICA DE GEOGRAFIA
CURSO DE GEOGRAFIA

YURI GOMES DE SOUZA

**ANÁLISE ZONAL/ESPACIAL DOS BOSQUES DE MANGUE NO
ESTUÁRIO DO RIO CAMARATUBA, PARAÍBA, BRASIL: UM
ESTUDO A PARTIR DO SENSORIAMENTO REMOTO**

CAMPINA GRANDE – PB

2019

YURI GOMES DE SOUZA

**ANÁLISE ZONAL/ESPACIAL DOS BOSQUES DE MANGUE NO
ESTUÁRIO DO RIO CAMARATUBA, PARAÍBA, BRASIL: UM
ESTUDO A PARTIR DO SENSORIAMENTO REMOTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Unidade Acadêmica de Geografia, do Centro de
Humanidades, da Universidade Federal de Campina
Grande, como requisito para obtenção do título de
Licenciado em Geografia.

Orientador(a): Prof. Dr. Lincoln da Silva Diniz

CAMPINA GRANDE – PB

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE HUMANIDADES
UNIDADE ACADÊMICA DE GEOGRAFIA
CURSO DE GEOGRAFIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

BANCA EXAMINADORA DE: **YURI GOMES DE SOUZA**

TÍTULO: **Análise zonal / espacial dos bosques de mangue no estuário do Rio
Camaratuba, Paraíba, Brasil: um estudo a partir do sensoriamento remoto**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Campina Grande (PB), 03 de dezembro de 2019

Prof. Dr. **Lincoln da Silva Diniz** (UFCG - Orientador)

Prof.ª Dr.ª **Simone Mirtes Araújo Duarte** (MEMBRO - EXTERNO)

Prof.ª Me. **Elânia Daniele Silva** (MEMBRO EXTERNO)

À minha família com inesgotável gratidão.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, força suprema e inesgotável de amor e misericórdia.

Aos meus pais, Vitória e França, pela ligação genética e espiritual, pelo exemplo, educação, dedicação, amor e credibilidade. O cuidado, força e apoio de vocês foram e são determinantes para que eu siga minha caminhada.

À minha irmã, Isa, pela sua existência, amizade, companheirismo e reciprocidade.

À minha namorada, Ana Clara, pela incessante paciência, cumplicidade, generosidade, amizade e apoio incondicional nos últimos 6 anos e 3 meses.

À minha orientadora, amiga e exemplo de profissional e de ser humano, Prof^ª. Dr^ª Janaina Barbosa da Silva, pelas inesgotáveis oportunidades, apoio técnico, paciência, confiança, e ensinamentos dedicados à minha formação profissional e pessoal durante estes últimos 4 anos. A minha graduação não seria a mesma sem seu auxílio, portanto minha gigante gratidão.

Aos amigos que compartilharam os momentos de aprendizado e alegria em Campina Grande, em especial a Cassio L., Alípio H., Isaac S., Paulo V., Yasmin C., Jadiel L., Ruan I., Lucas A., João L., Amanda M., e aos demais que estiveram próximos durante a trajetória da universidade, minha estimada gratidão.

Ao grupo CAGEOS por todo apoio instrumental e ensinamentos compartilhados, em destaque aos colegas de pesquisas e estudos: Ana Paula, Elânia Daniele e José Antônio. À minha querida amiga e parceira Iluliane Gadelha, pelo auxílio permanente e apoio inestimável para a realização do trabalho de campo, minha infinita gratidão.

À Prof.^a Dr.^a Simone Mirtes Araújo Duarte, pelos ensinamentos e disponibilidade do automóvel para a concretização do trabalho de campo, minha eterna gratidão.

À Prof.^a Dr.^a Debora Coelho Moura, pela parceria, ensinamento, apoio, confiança e oportunidade permanente.

À todos os professores da Unidade Acadêmica de Geografia, pela dedicação, disponibilidade e por todos os ensinamentos que alicerçaram e contribuíram para o meu amadurecimento acadêmico, em especial aos professores Luiz Eugênio e Lincoln Diniz.

COM IMENSURÁVEL GRATIDÃO AGRADEÇO!

“A nossa felicidade será naturalmente proporcional à felicidade que fizermos para os outros.”

Allan Kardec.

ANÁLISE ZONAL/ESPACIAL DOS BOSQUES DE MANGUE NO ESTUÁRIO DO RIO CAMARATUBA, PARAÍBA, BRASIL: UM ESTUDO A PARTIR DO SENSORIAMENTO REMOTO

Yuri Gomes de Souza¹

Janaina Barbosa da Silva²

RESUMO

Os manguezais são ambientes ecológicos únicos que hospedam assembléias ricas de plantas, que se desenvolvem nos gradientes lamacentos e anaeróbicos sob os regimes de marés e em condições de salinidade variada. O estuário do Rio Camaratuba, que está localizado no litoral norte do estado da Paraíba, caracteriza-se por ser um ambiente costeiro, formado por uma abundante floresta de mangue. A presente pesquisa objetivou analisar a zonação da vegetação de mangue a partir do Índice Hiperespectral de Vegetação Ajustado ao Solo (HSAVI) no referido estuário. Quanto aos procedimentos teóricos-metodológicos, foram realizadas as seguintes etapas: a) compilação da bibliografia necessária; b) aquisição da imagem de satélite; c) processamento digital da imagem; d) levantamento dos pontos de controle em campo; e) aferição e confirmação do HSAVI. O trabalho de campo foi realizado nos dias 04 e 05 de outubro de 2019, subsidiando a avaliação dos bosques monoespecíficos em concomitância à resposta do HSAVI. Assim, foi realizada a zonação para as seguintes espécies de mangue: *Rhizophora mangle*; *Laguncularia racemosa*; e *Avicennia spp.* Identificou-se que este manguezal teve maior predominância da primeira espécie, com ocupação de 116,28ha (91,76%); já as demais espécies apresentaram espacializações pontuais, sendo a segunda com 6,57ha (5,18%) e a terceira com área de 3,87ha (3,06%), totalizando uma área de cobertura de mangue de 126,72ha. Dessa forma, embora este manguezal tenha apresentado condições ambientais equilibradas, atividades antropogênicas encontradas podem, ao longo do tempo, representar um distúrbio negativo à vitalidade do mangue.

Palavras chave: Manguezal; Vegetação; Zonação; HSAVI; Geotecnologias.

ABSTRACT

Mangroves are unique ecological environments that host rich assemblages of plants that thrive in muddy and anaerobic gradients under tidal regimes and under varying salinity conditions. The Camaratuba River estuary, which is located on the north coast of Paraíba state, is characterized by being a coastal environment, formed by an abundant mangrove forest. The present research aimed to analyze the mangrove zonation from the Soil Adjusted Vegetation Hyperspectral Index (HSAVI) in the estuary. Regarding the theoretical-methodological procedures, the following steps were performed: a) compilation of the necessary bibliography; b) acquisition of satellite image; c) digital image processing; d) survey of control points in the field; e) measurement and confirmation of HSAVI. The fieldwork was carried out on October

¹ Curso de geografia pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande/PB, e-mail: yurigomes.s28@gmail.com.

² Profa. Dra. do Curso de Geografia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande/PB, e-mail: janaina.barbosa@ufcg.edu.br.

4th and 5th, 2019, supporting the evaluation of monospecific forests in concomitance with the HSAVI response. Thus, zonation was performed for the following mangrove species: *Rhizophora mangle*; *Racemosa laguncularia*; and *Avicennia spp.* It was identified that this mangrove had higher predominance of the first species, with occupation of 116,28ha (91,76%); The other species presented punctual spatializations, the second with 6.57 ha (5.18%) and the third with 3.87 ha (3.06%), totaling a mangrove coverage area of 126.72 ha. Thus, although this mangrove has presented balanced environmental conditions, anthropogenic activities found may, over time, represent a negative disturbance to the vitality of the mangrove.

Keyword: Mangrove; Vegetation; Zonation; HSAVI; Geotechnologies.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma longa faixa litorânea que apresenta grande variabilidade de ecossistemas, sendo um deles os manguezais, distribuídos desde o extremo Norte no Oiapoque, Estado do Amapá, até o limite Sul, em Santa Catarina (KJERFVE e LACERDA, 1993). Em mapeamento realizado pelo CSR/IBAMA, apresentado no “Atlas dos Manguezais do Brasil”, o ecossistema manguezal dispõe de uma extensão de aproximadamente 14.000 km² ao longo do litoral brasileiro (LEÃO; PRATES; FUMI, 2018).

O manguezal é considerado um ecossistema costeiro entre ambientes terrestre e marinho, característicos de regiões intertropicais, composto por uma vegetação lenhosa bem adaptadas aos limites de salinidade, substrato lamoso pobre em oxigênio e frequentemente inundado pelos regimes de marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Esse ecossistema funciona como uma unidade integrada, sendo sua vegetação a principal responsável pela dinâmica produtiva dos estuários tropicais e áreas adjacentes. Além disso, desempenha diversas funções ambientais, como a proteção e o controle contra erosão, inundações e danos causados por ondas; também representa a base da cadeia alimentar que sustenta as áreas costeiras e funcionam como filtro para as águas e berçário para peixes e invertebrados (CUNHA-LIGNON et al, 2011; MANSON; LONERAGAN; PHINN, 2003).

Considerado como indicador biológico para as modificações de linha de costa, em função da rápida resposta das suas espécies vegetais a qualquer alteração no ambiente, o manguezal tem sua estrutura e distribuição correlacionada com as alterações no regime de marés, salinidade, recarga hidrológica dos rios, condições climáticas e de precipitação, bem como aos possíveis tensores induzidos por humanos (ALMEIDA; SOARES; KAMPEL, 2008; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2016).

Além disso, apresenta uma estrutura complexa de três feições. O lavado, que se caracteriza por ser um banco de lama exposto em ocasião das baixa-marés, mantendo contato

direto com o manguezal; o mangue, fisionomias arbóreo-arbustivas que se desenvolvem ao longo da zona de influência das marés e nos solos lamoso; e o apicum, também denominado salgado ou planície hipersalina, porção mais interna do ecossistema e atua como reservatório de nutrientes e suporte para fases de ciclos biológicos de espécies da fauna associada ao manguezal (SCHAEFFER-NOVELLI, 2018).

Pellegrini et al. (2009), descrevem que a característica mais notável do mangue é a distribuição de seus bosques em zonas de influência, onde estão sujeitos aos estresses físicos e químicos associados. Os fatores determinantes para o desenvolvimento do mangue no Brasil são, de acordo com Kjerfve e Lacerda (1993), o pH do solo, os níveis de oxigênio e a salinidade, esta última como a grande responsável pela disposição dos bosques em zonas. Essa característica zonal/espacial consiste na distribuição da vegetação obedecendo os gradientes ambientais de salinidade e topografia (LUGO, 1987).

Para o Nordeste brasileiro, foram registradas cinco espécies de mangue, a saber: *Rhizophora Mangle* Linn.; *Avicennia Schaueriana* Stapf. & Leech; *Avicennia Germinans* L.; *Laguncularia Racemosa* e *Conocarpus erectus* L. As maiores árvores de *Rhizophora* podem atingir 25 m de altura e até 60 cm de diâmetro do tronco (dap - diâmetro à altura do peito); as *Avicennias* chegam a medir entre 20 a 30 m de altura e 65 cm; a *Laguncularia* pode chegar a 12 m e 30 cm; e o *Conocarppus erectus* a 10 m e 30 cm. Não obstante, existem também aquelas espécies associadas ao manguezal: a *Acrostichum aureum* L. (Samambaia do mangue); a *Anona glabra* L. (Araticum-do-brejo); o *Hibiscus tiliaceus* L. (Algodoeiro da praia); a *Xanthosoma* sp. (Taioaba); e a *Spartina brasiliensis* (Espartina). Também podem ser observadas espécies de orquídeas, bromélias e líquens (SCHAEFFER-NOVELLI, 2000; FRUEHAUF, 2005; CALEGARIO, 2012; CORREIA, 2016).

Na Paraíba, a existência de vegetação de mangue ocorre desde o estuário do Rio Guaju no extremo norte, divisa com o estado do Rio Grande do Norte, até o Sul do estado, limite com Pernambuco, na foz do Rio Goiana. A sua extensão costeira é de aproximadamente 140 km (NEVES; DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2006), dispendo de um total de dezoito estuários, todos com presença de mangue (MORAIS, 2014).

Os manguezais são ecossistemas capazes de fornecer informações valiosas sobre a dinâmica ambiental da área litorânea, e alterações em sua distribuição espacial podem ter influência negativa na ecologia local, na produtividade primária e na produção pesqueira (LACERDA et al., 2006). Assim, Brandão, Guimarães e Travassos (2009) afirmam que a degradação dos manguezais no Brasil ocorre há muito tempo, e que atividades como expansão urbana, portuária, turística, agrícola e industrial tem eliminado áreas de mangue principalmente

nos litorais do Nordeste e Sudeste. Dessa forma, Kathiresan e Bingham (2001) destacam que os sistemas de manguezais requerem cuidados intensivos, fazendo-se fundamental o monitoramento contínuo de suas áreas.

Para isso, diversos métodos e técnicas são aplicados aos estudos do ecossistema manguezal em diferentes escalas e com objetivos distintos. Costa (2016) ratifica que o uso das geotecnologias como ferramenta para a espacialização, quantificação e classificação da vegetação de mangue têm sido eficazes. Sendo assim, estudos como os desenvolvidos no estado de Santa Catarina (FROIDEFOND; SORIANO-SIERRA, 1996); São Paulo (LIGNON, 2005; ARAÚJO, 2010); Rio de Janeiro (ALMEIRA, 2010; REIS, 2007); Espírito Santo (DELL'ORTO e SILVA, 2010); Pernambuco (SILVA, 2012); Paraíba (MORAIS, 2014; MARACAJÁ, 2014); e Rio Grande do Norte (COSTA, 2010), por exemplo, têm mostrado que o aporte do Sensoriamento Remoto se caracteriza como uma técnica substancial na investigação da vegetação de mangue.

Assim, a utilização do Sensoriamento Remoto (SR) possibilita a captura de dados da superfície terrestre sem estar em contato físico direto com os alvos, economizando tempo e capital empregado na pesquisa. Esta tecnologia viabiliza a extração de informações em diferentes faixas do espectro eletromagnético e permite, a partir das diferentes respostas espectrais, influenciada pelos pigmentos fotossintetizantes dos alvos vegetais, efetuar distinção entre espécies (JENSEN, 2009; PONZONI; SHIMABUKURO, 2010; SILVA, 2012).

Para isso, a metodologia desenvolvida por Silva (2012) surge como uma opção de diagnóstico e análise da distribuição zonal/espacial da vegetação de mangue. Destarte, alicerçado no índice de vegetação desenvolvido pela referida autora, essa pesquisa objetivou analisar a zonação do mangue no estuário do Rio Camaratuba a partir do índice HSAVI.

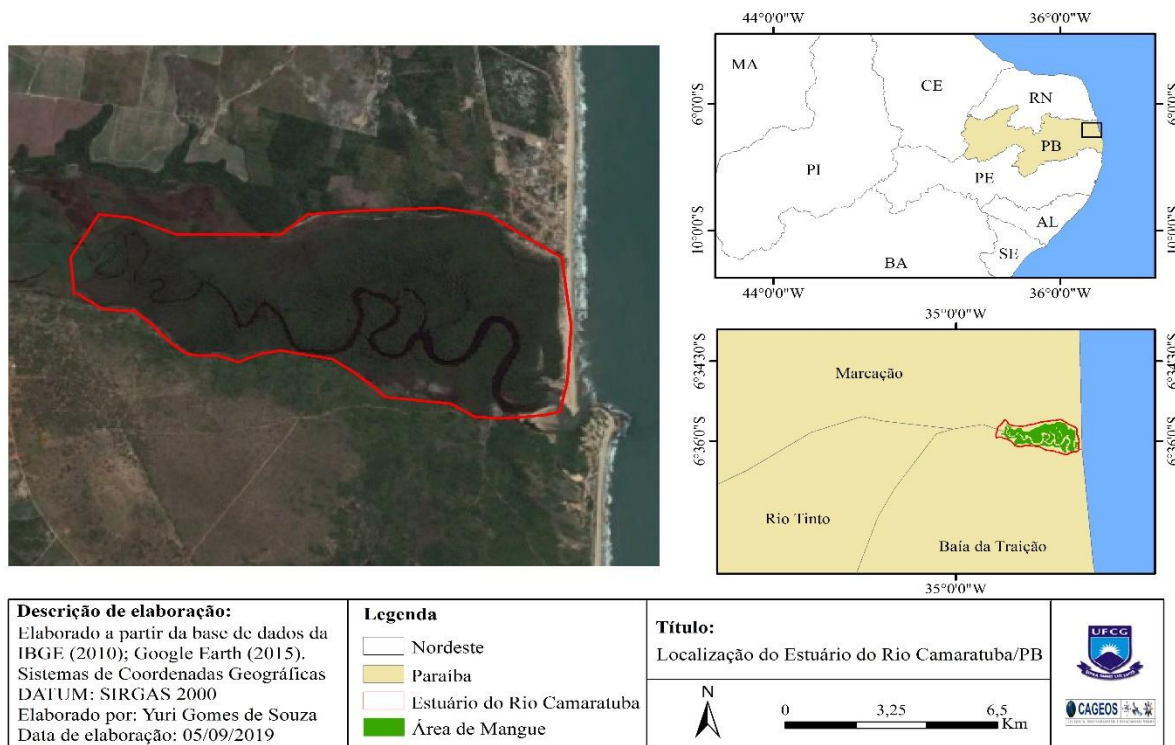
2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da Área de estudo

O Estuário do Rio Camaratuba está localizado na porção Norte da Paraíba, nos paralelos 6°35'52.82" de latitude Sul, e meridianos 34°58'11.45" de longitude Oeste. Situa-se na mesorregião da Zona da Mata e microrregião do litoral Norte do estado, entre os municípios de Mataraca e Baía da Traição (Figura 01). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo *As'*, isto é, tropical quente e úmido, com pluviosidade média em torno de 1000 a 1500mm anuais, com concentração de chuvas no trimestre abril/junho

(CAVALCANTI et al, 2009; ICMBIO, 2014). O manguezal possui cerca de 4.7 km de extensão, com área estimada em 126,72 hectares de mangue.

Figura 01: Mapa de localização do Estuário do Rio Camaratuba/PB



A área está inserida na transição entre o ambiente continental e marinho, com geomorfologia característica de Tabuleiros Litorâneos esculpida sobre a Formação Barreiras e com presença maciça dos sedimentos inconsolidados dos depósitos Flúvio-marinhos (ICMBIO, 2014). Para Furrier, Araújo e Meneses (2006), tais tabuleiros possuem altitudes rebaixadas e variam entre 62 e 88m, e se desenvolvem, predominantemente, sobre a Formação Barreiras. Para eles, essa formação repousa sobre o embasamento cristalino e sobre os sedimentos do Grupo Paraíba, depositados na Bacia Sedimentar Marginal Pernambuco-Paraíba.

Segundo Medeiros, Monteiro e Almeida (2016) inseridos no grupo Barreiras, os depósitos flúvio-marinhos pertencem ao quaternário e ocupam as áreas dos estuários dos rios e as faixas de praia. Sua litologia composta por areia, argila e silte constitui os depósitos indiscriminados de pântanos e mangues, flúvio-lagunares e litorâneos indiscriminados.

Formados em ambientes de mangues a partir da sedimentação flúvio-marinhos, os Solos Indiscriminados de Mangues (SM) são halomórficos, pouco desenvolvidos, lamacentos, escuros e com alto teor de sais provenientes da água do mar, com detritos orgânicos, de natureza e granulometria variada, referidos ao período Holoceno (EMBRAPA, 2011).

2.2. Procedimentos Metodológicos

A Geografia, segundo Yves Lacoste (1988), “serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra”, mas não só isso, pois serve também para organizar e entender o espaço geográfico. Sob este aporte, a categoria geográfica abordada para subsidiar essa análise foi a paisagem que, de acordo com Bertrand (2004), se caracteriza como uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. Não obstante, o autor ainda conclui que a melhor aproximação do problema é fornecida pela vegetação, que se comporta sempre como verdadeira síntese do meio.

Santos (2006), neste âmbito, complementa que a paisagem é o conjunto de elementos naturais e artificiais que fisicamente caracterizam uma área, sendo definida como uma porção da configuração territorial que é possível abarcar a partir da sensibilidade humana, seja através da visão, audição e ou olfato. Dessa forma, Seabra e Cruz (2013) ratificam que o termo “paisagem” assume uma considerável importância dentro da análise espacial, constituindo-se como um conceito fundamental da Geografia, isto é, significa afirmar que o estudo da paisagem se configura, em sua essência, em um estudo genuinamente geográfico, possuindo um papel relevante para a evolução desta ciência.

Para esse diálogo teórico-metodológico, fez-se uso do método hipotético-dedutivo, em que pode ser definido, segundo Sposito (2004), através da construção de uma teoria que formula hipóteses a partir das quais os resultados obtidos podem ser deduzidos, e com base nas quais se podem fazer previsões que, por sua vez, podem ser confirmadas ou refutadas. Para essa autora, tal método tem um caráter racionalista, onde o objeto prevalece sobre o sujeito, pois influencia o pesquisador a partir dos procedimentos a dedução e indução.

2.3. Processamento Digital da Imagem

A imagem de satélite utilizada foi do Landsat 5 - sensor TM (*Thematic Mapper*), de resolução espacial de 30m, com data de 09/09/2011 e órbita/ponto 214/65. A aquisição desta cena se deu de forma gratuita na plataforma do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Assim, a produção de material cartográfico e a manipulação dos dados seguintes foram a partir da utilização do *ArcGis*, licenciado para o grupo de Pesquisa em Geotecnologias Aplicadas à Geomorfologia de Encostas e Planícies - ENPLAGEO da UFPE. Para os demais procedimentos como criação de *shapefile* e seleção de pontos, foram utilizados o *Quantum Gis* e o aplicativo Google Earth Pro. Para isso, têm-se as seguintes etapas:

2.3.1. Pré-processamento Digital da Imagem

Realizou-se a aquisição da imagem de satélite; depois foi feita a reprojeção e recorte da área de interesse e, para subsidiar o processamento da imagem até os índices de vegetação, foram utilizadas as bandas 4 (vermelho) e 5 (infra-vermelho próximo) do Landsat 5 (TM).

2.3.2. Calibração Radiométrica (L_{λ_i})

A calibração radiométrica foi adquirida segundo a equação formulada por Markham & Baker (1987):

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND$$

Onde, a_i e b_i são as radiâncias espectrais mínima e máxima ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$); ND (Numero Digital – 0 a 255) é a intensidade do pixel; e i representa as bandas (1, 2, 3, 4, 5 e 7). Os coeficientes de calibração utilizados para as imagens TM são os propostos por Chander e Markham (2003), apontados na Tabela 1.

2.3.3. Cálculo da Reflectância (ρ_{λ_i})

Segundo Allen et al., (2002), a estimativa da reflectância determinará a razão de como o fluxo da radiação solar refletida e o fluxo de radiação solar incidente são adquiridas. Assim, calcula-se a partir da seguinte equação:

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r}$$

De acordo com o cômputo da reflectância, L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda, k_{λ_i} é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$, Tabela 1), Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_0) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DSA).

2.3.4. Índice de Vegetação Ajustado ao Solo - IVAS

O Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS) foi utilizado por possuir um fator de ajuste (L) às características do solo da área imageada, evitando possíveis interferências da energia eletromagnética refletida, além de considerar a estrutura dos dosséis e morfologia das plantas (PONZONI & SHIMABUKURO, 2007). Assim, a sua equação é proposta por Huete (1988):

$$IVAS = (1 + L) * \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{L + \rho_{iv} + \rho_v}$$

Onde, L é um fator de função da densidade da vegetação e sua determinação requer um conhecimento *a priori* da quantidade de vegetação, neste caso apoiou-se em Silva (2012), que

obteve o melhor resultado para o IVAS com $L = 0,1$, apresentando maior acurácia para analisar espécies típicas de mangue; piv é a banda do infravermelho e pv a banda do vermelho.

2.3.5. Índice Hiperespectral de Vegetação Ajustado ao Solo (HSAVI)

Utilizou-se a imagem orbital do satélite LANDSAT 5 (TM), visto que Silva (2012) usou dados de resolução radiométrica deste satélite para o processamento de comparação e calibração do HSAVI. Este Índice foi proposto e calibrado por Silva (2012) a partir da correlação de dados espectrorradiométricos medidos diretamente nas folhas das espécies de *Rhizophora Mangle*, *Lagunculária Racemosa* e *Avicenia Schaueriana* no estuário de Itapessoca/PE, e representa, portanto, uma ferramenta fundamental para o estudo da zonação das espécies de mangue. Com isso, para a aplicação e cálculo deste Índice tem-se a seguinte equação:

$$HSAVI = (2,290 * IVAS) + 0,774$$

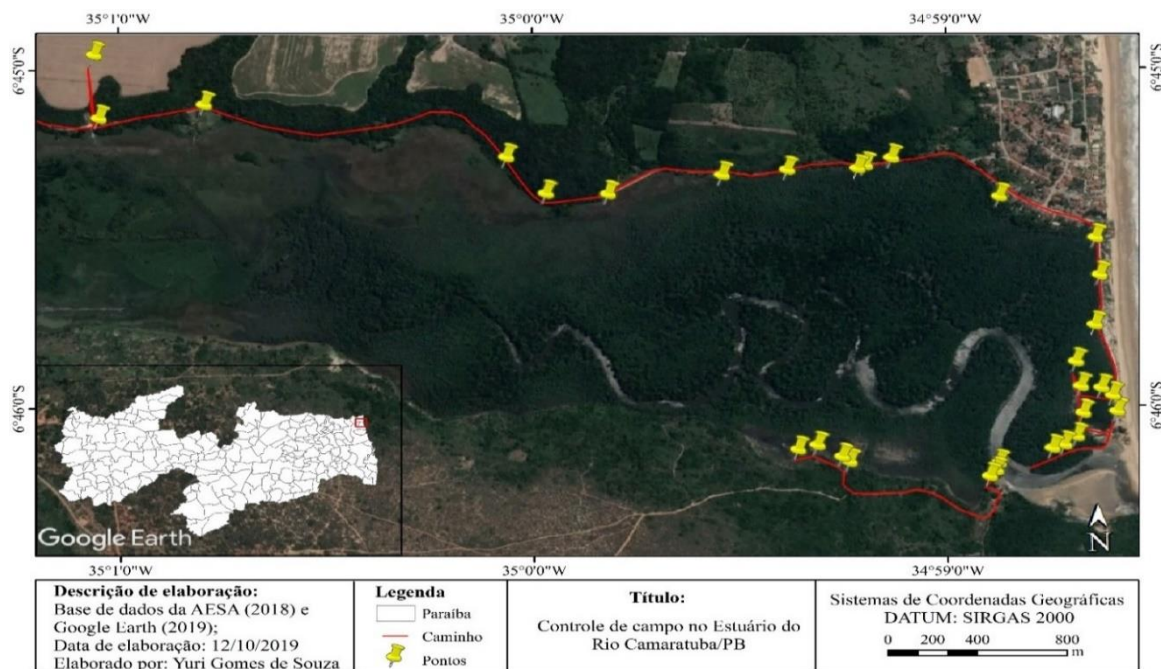
2.3.6. Recorte da área de estudo

Com base na metodologia de Silva (2012), embora este índice apresente limitação, como o caso da análise de outros alvos que não seja a vegetação de mangue, elaborou-se o recorte exclusivo das florestas de mangue, com exclusão das áreas de solo exposto, área urbana, água e vegetação em regeneração, pois sua aplicação consiste para áreas de bosques de porte arbóreo, uma vez não sendo feito isso a eficiência e acurácia do Índice HSAVI tende a reduzir.

2.3.7. Trabalho de campo

Foi realizado entre os dias 04 e 05 de outubro de 2019 no estuário do Rio Camaratuba, como um subsídio para a confirmação da eficiência do mapeamento. Buscando verificar a maior quantidade de áreas de mangue, e como algumas áreas do manguezal apresentam dificuldade de acesso, percorreu-se cerca de 70km entre as rodovias PB-008, PB-061, PB-065 e BR-101, entre os municípios de Mataraca, Mamanguape, Rio Tinto e Baía da Traição, afim de acessar as margens esquerda primeiramente e a direita por fim. Dessa forma, fez-se a delimitação de pontos de validação nas áreas do manguezal para facilitar a confirmação em campo do resultado do HSAVI (Figura 02). Foi utilizado celular para registro fotográfico, e quanto a coleta de coordenadas geográficas utilizou-se o receptor de sinal GPS (*Global Position System*) (Garmin) e o aplicativo “Minhas Coordenadas”, desenvolvido em 2018 pela *Kevin Willett* e disponibilizado de forma gratuita para aparelhos celulares. Além do controle de campo, não menos importante, utilizou-se o *Google Earth Pro*.

Figura 02: Pontos de controle no Estuário do Rio Camaratuba/PB



2.3.8. Classificação não supervisionada e supervisionada

A classificação não supervisionada foi desenvolvida no *ArcGis* a partir do algoritmo Iso Cluster Unsupervised Classification, reconhecida pelo seu caráter exploratório de agrupar de forma automática os grupos espectrais em classes. O método de agrupamento utiliza a fórmula da distância mínima espectral para formar os grupos (COSTA; AMARO; FERREIRA, 2017; SILVA, 2012).

Com isso, tal procedimento distinguiu a informação em oito classes diferentes, agrupando os pixels por valores semelhantes do HSAVI. A classificação supervisionada, que segundo Lillesand e Kiefer (2000) é possível selecionar pontos como parâmetros de separação de informações da maior semelhança dos dados espectrais, consistiu no ajuste manual das três classes correspondentes as espécies de vegetação de mangue na área sob análise

A primeira classe correspondeu a *Avicennia Schaueriana* Stapf. & Leech na cor amarela; a segunda tem-se a *Laguncularia Racemosa* em verde claro; e a terceira, e última, foi a classe correspondente da espécie *Rhizophora Mangle* L, representada na cor verde escuro, seguindo o padrão adotado por Silva (2012). Após identificação e homogeneização das espécies em pixels, foi utilizada a seguinte equação para a transformação de tais valores em hectares (ha):

$$\frac{VTP \times 900}{10000}$$

Em que, VTP é o Valor Total de Pixels contidos na área selecionada; 900 é o valor em metros quadrados de 1 pixel, referente a resolução espacial do Landsat 5; e 10.000 é o valor de 1 hectare.

2.3.9. Identificação das espécies

A identificação foi realizada sob o aporte do “Guia para estudo de áreas de manguezal” desenvolvido por Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986), e pela pesquisa: “Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais” elaborada por Schaeffer-Novelli, Vale e Cintrón (2015). Por meio das características da estrutura do dossel e da planta, bem como da sua localização geográfica fez-se averiguação em suas respectivas zonas de existência.

Embora este manguezal apresente as espécies de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia spp.* e o *Conocarpus erectus*, mas esta última não fará parte da análise devido à pouca quantidade de indivíduos e pelo HSAVI não contemplá-la em sua metodologia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao realizar a classificação dos parâmetros espectrais da imagem de satélite a partir do cálculo do HSAVI, foram identificadas três classes referentes às espécies de mangue, a saber: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. Percebeu-se que o manguezal apresentou maior predominância da primeira espécie, com ocupação de 116,28 ha, significando um percentual de 91,76%; as demais espécies apresentaram espacializações pontuais, sendo a segunda com 6,57 ha (5,18%) e a terceira com área de 3,87 ha (3,06%), totalizando uma área de cobertura de mangue de 126,72ha (Tabela 02).

Tabela 02: Quantificação das classes do HSAVI

Espécies	2011	
	Hectares (ha)	Porcentagem (%)
<i>Rhizophora Mangle L.</i>	116,28	91,76
<i>Laguncularia Racemosa</i>	6,57	5,18
<i>Avicennia Schaueriana</i>	3,87	3,06
Total	126,72	100

Desse modo, pode-se observar a distribuição de tais bosques a partir da Figura 02, que representa a classificação concernente à resposta do HSAVI. Com isso, para a análise dos padrões de zonação do mangue, foram utilizados os 20 pontos de controle de campo, inseridos sobre o mapa do HSAVI, aonde corroborou-se em campo os bosques monoespecíficos. Assim, atestou-se que este Índice apresentou acurácia de 100% nos pixels puros, mediante à análise em campo, como mostra a Tabela 03 e a Figura 03, compondo os pontos visto *in loco*.

Figura 02: Quantificação das classes do HSAVI

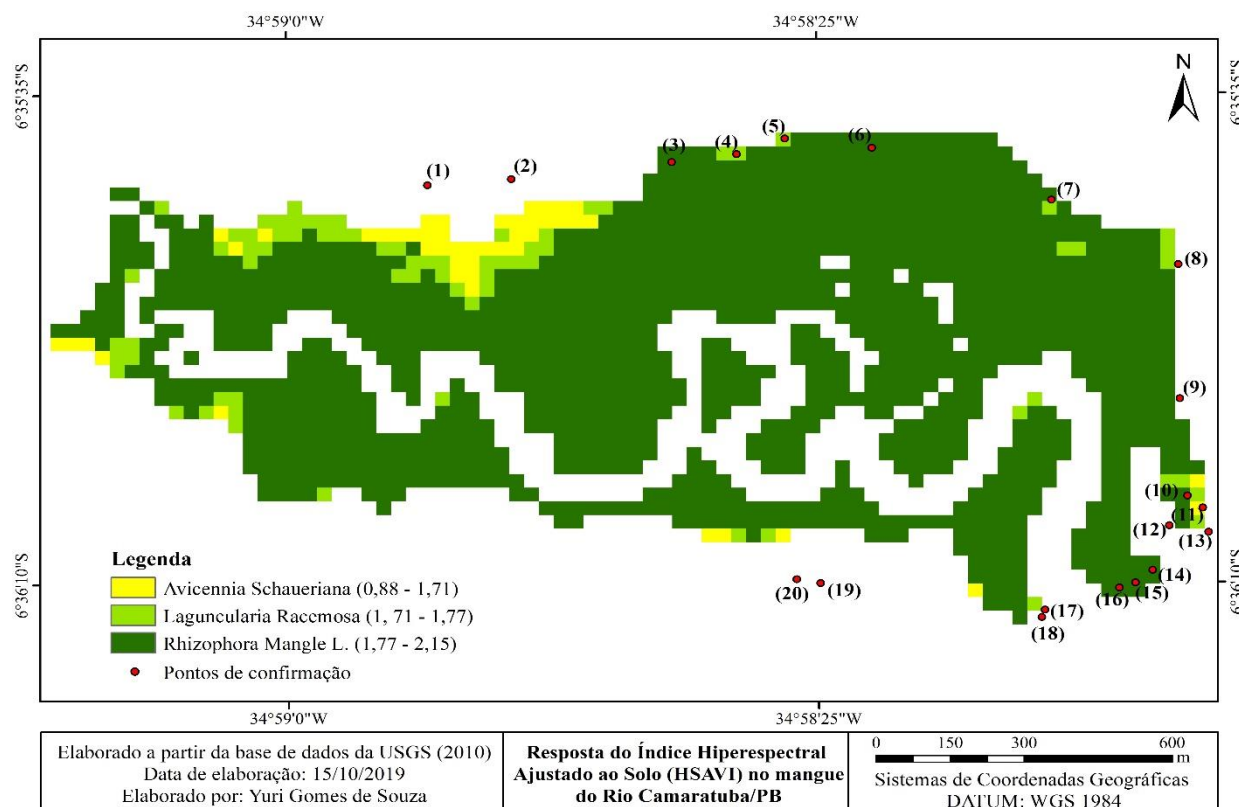


Tabela 03: Acurácia do índice HSAVI em detrimento aos pontos de pixel puro coletados

Pontos	Latitude	Longitude	Espécie	Composição	HSAVI
1	6°35'41.66"S	34°58'50.41"O	Não identificado	Não identificado	-
2	6°35'41.05"S	34°58'45.04"O	Não identificado	Não identificado	-
3	6°35'39.88"S	34°58'34.45"O	<i>R. mangle</i>	Bosque puro	Acerto
4	6°35'39.41"S	34°58'28.53"O	<i>L. Racemosa</i>	Bosque puro	Acerto
5	6°35'38.03"S	34°58'24.83"O	<i>L. Racemosa</i>	Bosque puro	Acerto
6	6°35'38.98"S	34°58'20.68"O	<i>R. mangle</i>	Bosque puro	Acerto
7	6°35'42.65"S	34°58'9.40"O	<i>L. Racemosa</i>	Bosque puro	Acerto
8	6°35'47.30"S	34°58'1.04"O	<i>L. Racemosa</i>	Bosque puro	Acerto
9	6°35'56.89"S	34°58'0.98"O	<i>R. mangle</i>	Bosque puro	Acerto
10	6°36'3.85"S	34°58'0.50"O	<i>R. mangle</i>	Bosque puro	Acerto
11	6°36'4.17"S	34°57'59.49"O	<i>Avicennia ssp.</i>	Bosque puro	Acerto
12	6°36'6.00"S	34°58'1.97"O	<i>R. mangle</i>	Bosque puro	Acerto
13	6°36'6.45"S	34°57'59.11"O	<i>L. Racemosa</i>	Bosque puro	Acerto
14	6°36'9.82"S	34°58'3.45"O	<i>R. mangle</i>	Bosque puro	Acerto
15	6°35'47.30"S	34°58'1.04"O	<i>R. mangle</i>	Bosque puro	Acerto
16	6°36'10.84"S	34°58'6.63"O	<i>R. mangle</i>	Bosque puro	Acerto
17	6°36'12.80"S	34°58'10.19"O	<i>L. Racemosa</i>	Bosque puro	Acerto
18	6°36'13.43"S	34°58'10.75"O	<i>L. Racemosa</i>	Bosque puro	Acerto
19	6°36'9.74"S	34°58'26.31"O	<i>R. mangle; L.</i>	Bosque puro	Acerto
20	6°36'11.07"S	34°58'24.08"O	<i>R. mangle; L. Racemosa; e Avicennia ssp.</i>	Bosques puros	Acerto

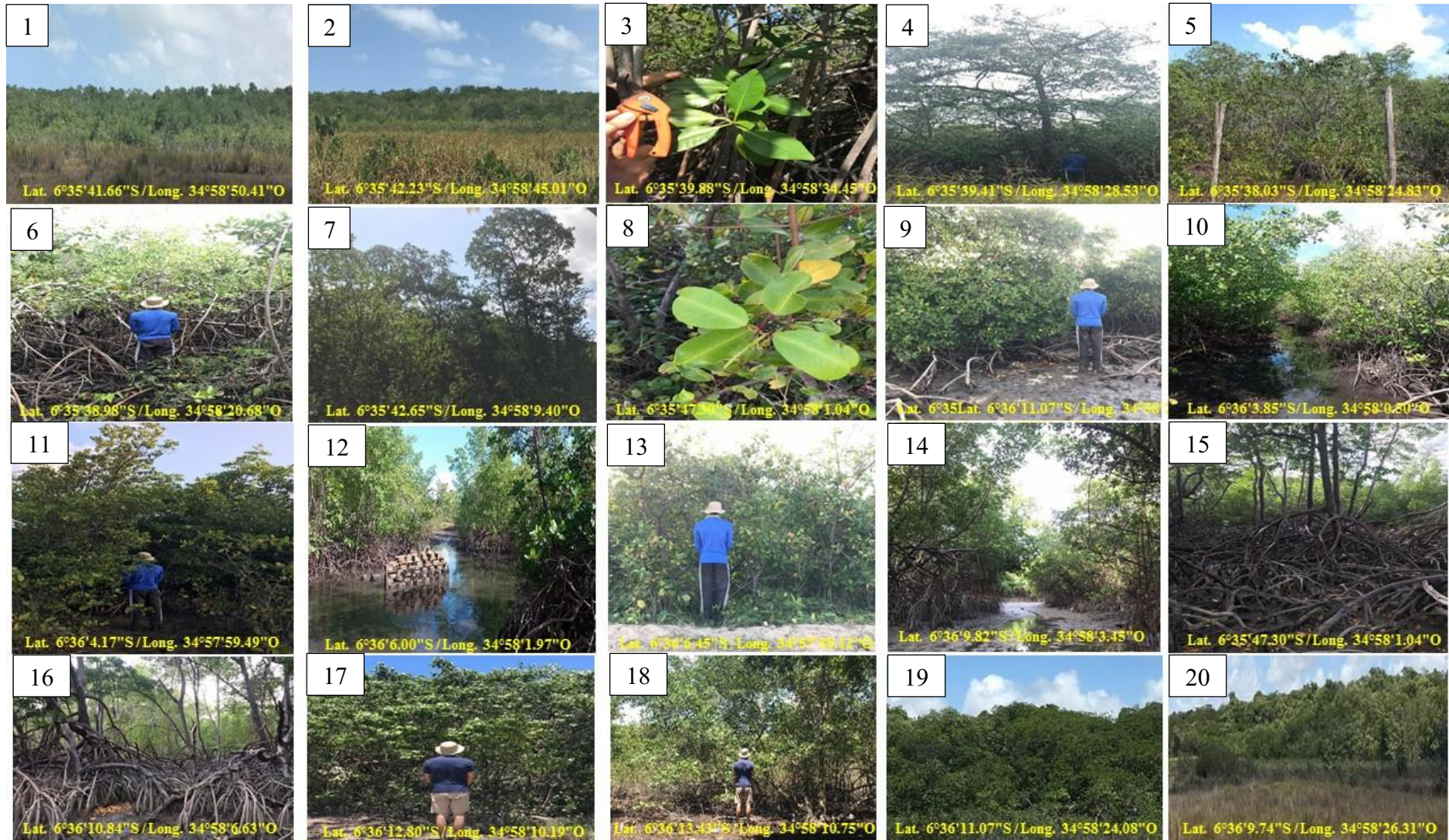
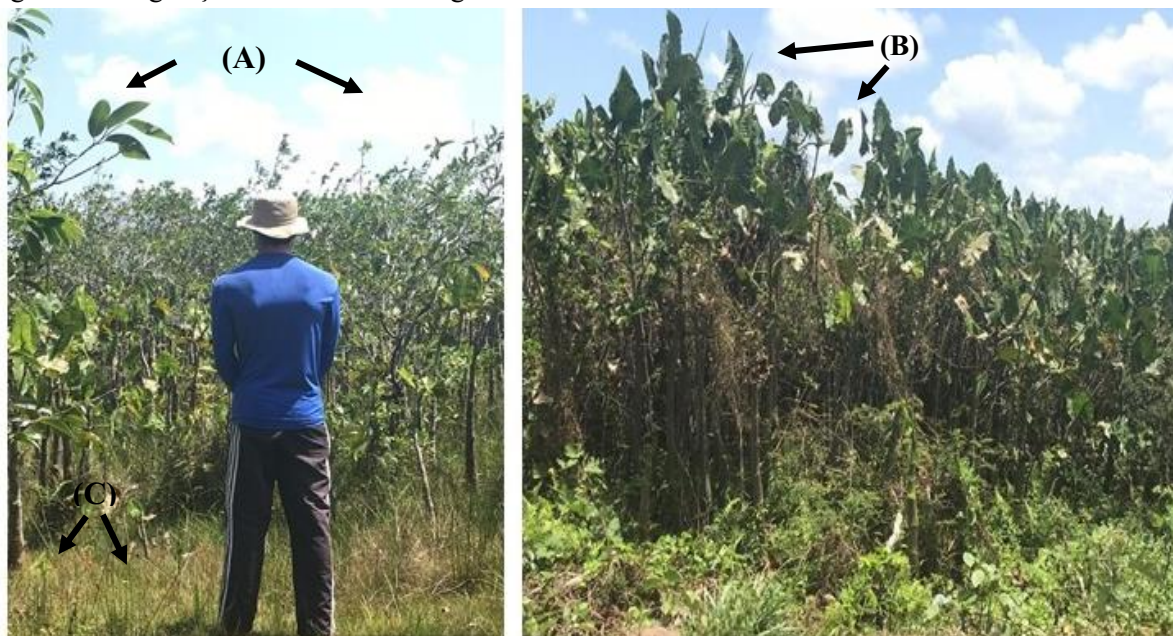


Figura 03: Pontos de controle acessados em campo

Conseguiu-se estimar e confirmar o resultado do HSAVI em todos os pontos apresentados, exceto 01 e 02, em virtude da dificuldade de acesso aos seus bosques, visto que a área de transição deste manguezal apresentou elevada densidade vegetacional associada e substrato extremamente lamoso, inviabilizando a inserção e a identificação precisa do mangue. Nestas áreas foram encontradas as seguintes espécies: *Anona glabra* L. (Araticum-do-brejo) [A], *Xanthosoma* sp. (taioba) [B], e *Spartina brasiliensis* (Espartina) [C], conforme expressa a Figura 04. Tais espécies, apesar de serem encontradas nas faixas de transição entre manguezais e sistemas de terra firme (POOL, SNEDAKER, LUGO, 1977), são capazes de dominar e otimizar seu crescimento em condições de salinidade média a baixa em ambientes estuarinos (HUTCHINGS; SAENGER, 1987).

Figura 04: Vegetação associada ao manguezal



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Em campo, ao identificar as espécies de mangue, observou-se que a *R. Mangle* apresentou tonalidade em verde escuro/vivo; a *L. Racemosa* uma cor de verde intermediária próximo da cor amarela; já a *Avicennia ssp.* teve seu pigmento em verde esbranquiçado, notoriamente destoante das demais espécies na paisagem. Assim, Lima (2009) lembra e confirma que é possível identificar as espécies de mangue a partir das características inerentes à estrutura do dossel vegetal como cor, densidade, tamanho, textura, orientação das folhas e galhos.

Dessa forma, levando em consideração a distribuição zonal/espacial deste manguezal, para cada bosque monoespecífico foi encontrado as seguintes características ambientais: a *R. mangle* ocupou áreas de substrato em condições alagadiça, areno-argilosa, rico em matéria orgânica e próximo aos locais de maior influência das marés; enquanto que, para a *L. racemosa* e para a *Avicennia spp.*, notou-se suas áreas arenosas, com pouca disponibilidade de água e em porções de baixa frequência da maré. Fruehauf (2005), ao estudar manguezais da Baixada Santista/SP; Pellegrini et al. (2009) no estuário da ilha de Tinharé/BA; e Andrade (2013) nos estuários do Rio Sergipe/SE e do Rio São Francisco/SE, perceberam um padrão de zonação semelhante.

A predominância de *R. mangle* no estuário do Rio Camaratuba sinaliza menores índices de salinidade no ambiente, pois para Pascoalini et al., (2014) o gênero *Rhizophora*, é mais sensível ao aumento do teor de sal e sua dominância julga-se um equilíbrio ecossistêmico. Smith (1992), ao estudar manguezais da Austrália, percebeu que os mecanismos sucessionais de competição são movidos pelo gradiente de salinidade, aonde observou que, devido ao baixo teor salino, as espécies do gênero *Laguncularia* estavam sendo substituídas por bosques de *Rhizophora*.

Nessa perspectiva, as adaptações da vegetação de mangue estão inerentes às condições ambientais, que propiciam características singulares à cada espécie (CUNHA-LIGNON, 2011). Assim, Kjerfve e Lacerda (1993) afirmam que a *R. mangle* se localiza nas franjas em contato com o mar, ao longo dos canais dos rios, e em áreas de menor salinidade, além de possuir morfologia rica em propágulos resistente às perturbações da maré e ao substrato movediço. A *L. Racemosa* possui expansão das raízes nutritivas, com geotropismo negativo, que são estruturas que servem para sustentação e respiração, os chamados pneumatóforos (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986). A *Avicennia ssp.*, tolerante aos maiores níveis de salinidade em relação às demais espécies, apresenta sistema radicular (finos e longos, atingindo em média 20 cm) semelhante ao da *L. Racemosa*, que auxiliam na oxigenação e fixação da sua estrutura; já as suas folhas possuem glândulas que expelem partículas de sais em condições de elevada salinidade (TOMLINSON, 1986).

Não obstante, diversos autores afirmaram que o manguezal apresenta fortes relações com as suas adjacências (LUGO, 1998; VANUCCI, 2001; HADLICH; CELINO; UCHA, 2010; SCHMIDT; BEMVENUTI; DIELE, 2013), e a sua zonação entre as espécies estão inerentes aos níveis de perturbação e condição referente à salinidade, ao nível de inundação, ao tipo de substrato e ao grau de energia do local (HUTCHINGS; SAENGER, 1987; SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986).

Neste viés, a salinidade no manguezal é reconhecidamente o estressor potencial tanto para limitar o avanço de espécies de ecossistemas adjacentes, bem como regulador fisiológico de crescimento, altura e sobrevivência, sendo que cada espécie vai responder, a partir da sua tolerância, de maneira diferente no tempo e do espaço (SILVA, 2012; ALMDEIDA, et al., 2014), isso por que o efeito do estresse salino provoca redução da condutância estomática e do mesófilo, causando desregulação osmótica e toxicidade pelo excesso de íons, limitando a atividade fotossintética e refletindo na reprodução e crescimento das plantas (PASCOALINI, et al., 2014; SOTO; JIMÉNEZ, 1982).

Considerando a zonação, pautada como principal indicador de salinidade e de equilíbrio ecossistêmico, cria-se um alerta importante para este manguezal, pois em campo verificou-se que a água do Rio Camaratuba tem sido utilizada para as atividades econômicas mais variadas, a saber: culturas de cana de açúcar, coqueiro, abacaxi e mandioca, bem como para pecuária e manutenção domiciliar e industrial. O cultivo de cana de açúcar, principal distúrbio aparente, se localiza às adjacências do Rio principal e, portanto, apresenta-se como a mais preocupante devido à grande demanda de água que tem sido destinada para este fim, como é possível verificar na Figura (05): D) Leito do Rio Camaratuba; E) Distribuidor de irrigação para os canais de cana; F) Irrigação em massa da cana; G) Extensa área de produção canavieira.

Figura 05: Rio Camaratuba e cultivos de cana de açúcar em áreas adjacentes



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Schmiegelow e Giancesella (2014) afirmam que o histórico de atividades antropogênicas pode impedir o pleno desenvolvimento dos bosques de mangue em intervalos de tempos diferentes. Assim, o barramento hídrico, ao longo do tempo, pode sinalizar problemas nas áreas do estuário, pois, conforme lembra Silva (2012), a ausência de energia hídrica do rio favorece

uma maior intrusão da cunha salina no estuário e, conseqüentemente, a lavagem do mangue pelas águas do mar nas marés de preamar. Tal cenário abre uma inquietação aos possíveis tensores que pode sujeitar o ecossistema manguezal, pois segundo Kathiresan e Bingham (2001) a conversão de setores naturais em detrimento de atividades antropogênicas pode alterar fundamentalmente o equilíbrio do manguezal.

Portanto, cria-se a conjectura de que a ocorrência de tais distúrbios, em termos de frequência e intensidade, juntamente com a resposta do manguezal, enquanto indicador ambiental, podem sinalizar no tempo e no espaço mudanças substanciais do desenvolvimento das paisagens de suas florestas (SOARES et al. 2003; VALE & SCHAEFFER-NOVELLI, 2015).

4. CONCLUSÕES

Pôde-se identificar um padrão de zonação das espécies de mangue no estuário do Rio Camaratuba/PB, em que a distribuição das espécies teve a *R. Mangle* ocupando as maiores extensões, com área de 116,28 ha (91,76%); a *L. racemosa* teve ocupação de 6,57 ha (5,18%) e a *Avicennia spp* apresentou área de 3,87 ha (3,06%), totalizando uma cobertura de mangue de 126,72ha em toda a área estudada. Sob esta análise, verificou-se que o HSAVI se mostrou eficiente na identificação das espécies citadas para este manguezal.

Não obstante, recomenda-se que as áreas que abarcam este estuário, tanto a montante quanto a jusante, sejam monitoradas para um melhor entendimento da vazão do rio e dos níveis de salinidade do substrato que o mangue está inserido, objetivando identificar as possíveis conseqüências humanas que possam vir a acarretar desequilíbrio ecossistêmico ao manguezal.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. C. et al. **Caracterização estrutural do manguezal do rio Tabatinga, Suape, Pernambuco, Brasil.** Tropical Oceanography, 2014, p. 33-47.

ALLEN, R. B.; WATERS, W. G. M; TASUMI, R.; TEREZZA, R. M. **Algorithms Surface Energy Balance For Land (SEBAL), Idaho Implementation – Advanced Training Manual And Users, V. 1.0, 97P.** 2002.

ALMEIDA, P. M. S.; SOARES, M. L. G.; KAMPEL, M. **Monitoramento de uma área de manguezal na região metropolitana do Rio de Janeiro através de técnicas de sensoriamento remoto.** Fortaleza: AOCEANO, 2008. 3 p.

ALMEIDA, P. M. M. **Análise Espaço-Temporal da Área Ocupada Por Florestas de Mangue em Guaratiba (Rio De Janeiro, RJ) De 1985 até 2006 e sua relação com as variações climáticas.** 2010. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

ARAÚJO, C. A. S.. **Aplicações de técnicas de Sensoriamento Remoto na análise multitemporal do ecossistema manguezal na Baixada Santista, SP.** 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Oceanografia Química e Geológica, Usp, São Paulo, 2010.

FROIDEFOND, J. M.; SORIANO-SIERRA, E. J.. **Sensoriamento Remoto sobre ecossistemas de manguezal da ilha de Santa Catarina, Brasil:** adequação da técnica. Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 157-163.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global.** RAEGA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR.

BRAGA, N. M. P. **Diagnóstico dos impactos ambientais advindo de atividades antrópicas na APA da Barra do Rio Mamanguape. Enciclopédia biosfera.** Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011 p. 1.

CALEGARIO, G. **ASPECTOS ESTRUTURAIS DA VEGETAÇÃO DO MANGUEZAL DO ESTUÁRIO DO RIO SÃO JOÃO, RJ.** 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia e Recursos e Naturais, UENF, Rio de Janeiro, 2012.

CORREIA, I. M. G. **Diagnóstico Geoambiental da Bacia do Rio Camaratuba - PB.** 2018. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, UFCG, Campina Grande, 2018.

COSTA, B. C. P.. **Sensoriamento Remoto em suporte ao mecanismo de desenvolvimento limp (MDL) em manguezais do Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte, Brasil.** 127 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Petróleo, UFRN, Natal, 2016.

COSTA, B. C. P.; AMARO, V. E.; FERREIRA, A. T. S. **Classificação de Espécies de Mangue no Nordeste do Brasil com Base em Imagens Híbridas de Sensoriamento Remoto.** Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ. Vol. 40 - 1 / 2017. p. 135-149

COSTA, D. F. S.; ROCHA, R. M.; CESTARO, L. A. **Análise fitoecológica e zonação de manguezal em estuário hipersalino**. Mercator, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 119-126, jan./abr. 2014.

DELL'ORTO e SILVA, E. **Evolução Espaço-Temporal do Manguezal do Estuário do Rio São Mateus empregando técnicas de Sensoriamento Remoto**. 2010. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Geografia, Ufes, Vitória, 2010.

DUKE N. C. **Mangrove floristics and biogeography**. Pages 63–100 in Robertson A. I., Alongi D. M., eds. Tropical Mangrove Ecosystems. American Geophysical Union. 1992.

EMBRAPA. **Solos Indiscriminados de Mangues**. 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7j02wx7ha087apz2c3xd0do.html>. Acesso em: 22 ago. 2019.

FRUEHAUF, S. P. **Rhizophora mangle (Mangue vermelho) em áreas contaminadas de manguezal na Baixada Santista**. 232 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ecologia de Agrossistemas, Usp, Piracicaba, 2005.

FREITAS, D. M et al. **Mapas dos manguezais do Brasil**. In: ICMBIO; MMA. Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília: MMA, 2018. p. 121-178.

FURRIER, M.; ARAÚJO, M. E.; MENESES, L. F. Geomorfologia e Tectônica da Formação Barreirasno Estado da Paraíba. Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 6, n. 2, p. 61-70, outubro 2006.

HERZ, R. **Manguezais do Brasil**. São Paulo: Edusp, 1991.

HUETE A.R.; JUSTICE C. **Modis Vegetation Index (MOD 13) Algorithm Teoretical Basis Document**, Greenbelt: NASA Goddard pace Flight Center, <http://modarch.gsfc.nasa.gov/MODIS/LAND/#vegetation-indices>, 1999.

HUTCHINGS, P.; SAENGER, P. 1987. **Ecology of mangroves**, *University of Queensland Press*, St Lucia, Qld.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília: MMA, 2018. 179 p.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de manejo: Área do Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape**. Brasília: MMA, 2014. 349 p

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres** (Tradução da Segunda Edição). Parêntese Editora, p.251-292. São José dos Campos, 2009.

LEÃO, A. R.; PRATES, A. P. L.; FUMI, M. **Manguezal e as unidades de conservação**. In: ICMBIO; MMA. Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília: MMA, 2018. p. 57-74.

LIGNON, M. C. **Ecologia de manguezais: desenvolvimento espaço-temporal no sistema costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil**. 2005. 198 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Oceanografia, Usp, São Paulo, 2005.

LUGO, A.E. Avances y prioridades de investigación en manglares. **Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste Brasileira**. São Paulo, Brasil: Academia de Ciências do Estado de São Paulo; 59-76, 1987.

KATHIRESAN, K. QASIM, S. Z. **Biodiversity of Mangrove Ecosystems**. Hindustan Publishing Corporation, New Delhi, 2005.

KJERFVE, B.; LACERDA, L.D. 1993. **Mangroves of Brazil** - Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa Regions. International Society for Mangrove Ecosystems. Technical reports, v.2, ITTO TS-13, v.1.

LACOSTE, Y. **A geografia – isso serve, em primeiro lugar para fazer guerra**. Tradução Maria Cecília França – Campinas, SP: Papyrus, 1988.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 2a Edition. New York. John Wiley & Sons. 2000. 721p. Forestry, Lake Buena Vista, Florida.

LIMA, N. B. G.. **Análise Microclimática dos Manguezais da Barra Do Ribeira-Iguape/SP**. 2009. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia Física, Usp, São Paulo, 2009.

LINNEWEBER, V.; LACERDA, L. D. **Mangrove Ecosystems: Function and Management**. Springer, Berlin. 2002.

MAIA, L. P.; LACERDA, L.D.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M. E. **Atlas dos Manguezais do Nordeste; Avaliação das Áreas de Manguezal dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco**. Fortaleza: Superintendência Estadual do Meio Ambiente, 2006. v. 1. 125p.

MARACAJÁ, F. A. R.; CUNHA, V. H. D.; SILVA, D. G.; SILVA, J. B. **Classificação Geomorfológica dos Estuários do Estado da Paraíba (Brasil)** (Dados Preliminares). In: VIII

Sinageo, III Encontro Latino Americano de Geomorfologia, I Encontro Ibero-Americano de Geomorfologia e I Encontro Ibero-Americano do Quaternário. Recife-PE. 2010.

MARACAJÁ, F. A. R. **Análise espaço temporal da zonation do mangue de Barra de Gramame – PB: utilizando imagens de satélite.** 2014. 22 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

MEDEIROS, I. S.; MONTEIRO, J.; ALMEIDA, N. V. Caracterização física da APA da Barra do Rio Mamanguape-PB. In: ALMEIDA, N. V.; SILVA, M. D. (Org.). **Geotecnologias e Meio Ambiente: Analisando Uma Área de Proteção Ambiental.** João Pessoa: Gráfica e Editora F&F, 2016. Cap. 1. p. 9-13.

MORAIS, R. D. **Análise Espaço-temporal da vegetação de Mangue na Paraíba: Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento como ferramentas de coleta e análises.** Campina Grande, 2014. 65p

NEVES, S. M.; DOMINGUES, J. M. L; BITTENCOUT, A. C. S. P. **Paraíba.** Brasília: MMA, 2006. 6 p.

PASCOALINI, S. S. et al. Abordagem ecofisiológica dos manguezais: uma revisão. **Biotemas**, [s.l.], v. 27, n. 3, p.1-11, 28 maio 2014. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

PELLEGRINI, J. A. C. et al. A Method for the Classification of Mangrove Forests and Sensitivity/Vulnerability Analysis. **Journal of Coastal Research**, p. 443-447, 2009.

POOL, D. L.O; SNEDAKER, S. C.; LUGO, A. E. 1997. **Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, Mexico and Costa Rica.** Biotropicas, 9 (3): 195 – 212.

PRATES, A. P. L.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. R. **Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil.** 2. ed. Brasília: MMA, 2012. 152 p.

REIS, C. H. **Caracterização Espacial do Uso da Terra em áreas de Manguezais Utilizando Diferentes Sistemas Orbitais - Um Caso Aplicado Aos Manguezais Da APA-Guapimirim - RJ.** 2007. 164 F. Tese (Doutorado) - Curso De Pós Graduação Em Geografia, UFRJ, Rio De Janeiro, 2007.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** 4. ed. 2. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÔN, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal; estrutura, função e flora.** São Paulo, Caribbean Ecological Research, 1986.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **A diversidade do ecossistema manguezal**. In: ICMBIO; MMA. Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília: MMA, 2018. p. 23-36.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Grupo de ecossistemas: Manguezal, marisma e apicum**. São Paulo: Caribbean Ecological Research. 2000. 119p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995, p.7.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C.; CINTRÓN, G. **Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais**. In: TURRA, A.; DENADAI, M. R., org. Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – Rebentos [online]. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, p. 62-80.

SCHMIEGELOW, J. M. M; GIANESELLA, S. M. F. Absence Of Zonation in a Mangrove Forest In Southeastern Brazil. **Brazilian Journal Of Oceanography**, 62(2):117-131, 2014.

SEABRA, V. S.; CRUZ, C. M.. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio São João, RJ. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v. 2, n. 25, p.411-426, 2013.

SCHMIDT, A. J.; BEMVENUTI, C. E.; DIELE, K. **Sobre a definição da zona de apicum e sua importância ecológica para populações de Caranguejo-Uçá *Ucides Cordatus* (LINNAEUS, 1763)**. Bol. Téc. Cient. CEPENE, Tamandaré - PE - v. 19, n. 1, p. 9-25, 2013.

SILVA, J. B. **Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo do ecossistema manguezal**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil, 2012. 188p.

SMITH, T.J. (1992) **Forest Structure**. In: Robertson, A.I. and Alongi, D.M., Eds., Tropical Mangrove Ecosystems, American Geophysical Union, Washington DC, 101-136.

SOTO, R.; JIMÉNEZ, J.A. 1982. **Análisis fisionómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica**. Revista de Biología Tropical 30:161-168.

SPOSITO, E. S. **Geografia e filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico**. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

TOMLINSON, P.B. 1986. **The Botany of Mangroves. Cambridge Tropical Biology Series**. New York: Cambridge University Press.

USGS, Serviço Geológico dos Estados Unidos. **Imagens de satélite Landsat 5 - sensor TM**. Disponível em <<https://glovis.usgs.gov/app>>. Acesso em Agosto de 2019.

VALE, C. C. SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **A Zona Costeira do Brasil e os manguezais**. In: TURRA, A.; DENADAI, M. R., org. Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – Rebentos [online]. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, p. 62-80.