



**DENISE SANTOS SALDANHA**

**Áreas úmidas no litoral semiárido brasileiro: complexo estuarino do rio  
Piancó-Piranhas-Açu (RN)**

**CAICÓ (RN)  
2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA DO CERES (DGC)  
CURSO DE BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

**DENISE SANTOS SALDANHA**

**Áreas úmidas no litoral semiárido brasileiro: complexo estuarino do rio  
Piancó-Piranhas-Açu (RN)**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia  
Bacharelado da UFRN-CERES, como parte  
dos requisitos necessários para obtenção do  
título de Bacharel em Geografia.

Orientador:  
Prof. Dr. Diógenes Félix da Silva Costa

**CAICÓ (RN)  
2017**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI  
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof<sup>a</sup>. Maria Lúcia  
da Costa Bezerra – CERES - Caicó

Saldanha, Denise Santos.

Áreas úmidas no litoral semiárido brasileiro: complexo estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN) / Denise Santos Saldanha. - Caicó, 2018.

45 f.: il.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ensino Superior do Seridó (CERES). Departamento de Geografia, Bacharelado em Geografia.

Orientador: Diógenes Félix da Silva Costa.

1. Geografia. 2. Rio Piancó-Piranhas-Açu. 3. Áreas úmidas costeiras. I. Costa, Diógenes Félix da Silva. II. Título.

RN/UF/BS - Caicó  
911(81)

CDU

**A Deus e a minha família!!**

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao meu bom Deus. Agradeço a Ele pelo amor perfeito que sempre repousou em mim, por em dias de lutas ter sido meu descanso e meu refúgio. Nos tornamos grandes quando conseguimos enxergar nas pequenas coisas as maravilhas que vem do senhor, a ti todo meu amor.

A minha família, meu bem maior, os meus mais sinceros agradecimentos. Agradeço aos meus pais, Netuno Saldanha e Neta Santos por sempre me guiarem para o caminho do bem, me ensinando a cada dia que o crescimento, em qualquer área da vida, vem com muito esforço e dedicação. Eu sempre cresci ouvindo que os heróis eram aqueles que salvavam o mundo e me sentia grata por ter meus próprios heróis: meus pais, aqueles que salvam meu mundo, aquietando meu coração e me assegurando de que tudo vai ficar bem.

Agradeço a Diógenes e Deise, pelo simples fato de existirem. Vocês tornam meus dias mais belos, ter irmão é bom, mas ter vocês é perfeito. Aos meus avós, minha eterna gratidão! Eu não tenho palavras pra descrever o que sinto por vocês, só espero um dia retribuir tudo o que fazem por mim, amo vocês. A toda minha família, meu muito obrigado.

Eu, realmente, me considero uma pessoa muito abençoada. Deus não mede esforços para mostrar a cada dia o seu amor, ele me concedeu a dádiva de ter amigos mais chegados que irmãos. Obrigada, amigos, por todo incentivo e por estarem sempre dispostos a me darem um ombro amigo, obrigada pelas palavras sinceras ao longo desses quatro anos e por acreditarem que tudo daria certo.

Grata ao Prof. Dr. Diógenes Félix da Silva Costa, por todos os ensinamentos e dedicação comigo ao longo desses anos. Obrigada por acreditar no meu potencial e mostrar que podemos ir mais longe quando acreditamos. Levarei seus ensinamentos pra vida! Você se tornou meu “meu pai” acadêmico, um amigo, aquele que dar broncas e ao mesmo tempo abraços. Agradeço, imensamente, por tudo!

A minha segunda família, o Laboratório de Monitoramento Ambiental (LAMMA), meus companheiros de todas as horas, agradeço. Obrigada por animarem meus dias, pelos momentos de companheirismo e por segurarem minha mão quando precisei. Paulo e Carlos, vocês são a dupla que mais amo! Jânio, você me salva até quando eu não peço! Carol, você esteve comigo em toda minha caminhada no laboratório, até suas manias acho que peguei! Kakala, não te largo

nunca mais! Irami e Kids, estamos juntos pro que precisar! Diego e Abigail, sou grata por todo os cuidados! Alisson, eu aprendi muito com seu jeito de levar a vida, é admirável! Aos demais, porém não menos importante, Dayane, Cristiano, Milena, Monara, Wanderson, Clésio, Silvana, Andreia, Fábio e Nayara, meu muito obrigada. Sou grata a Deus pela vida de todos vocês!

Deixo aqui meus agradecimentos ao Laboratório de Ecologia do Semiárido (LABESA), que me introduziu na vida acadêmica e despertou em mim o interesse pela Geografia e as suas maravilhas. Em especial, o Prof. Renato de Medeiros Rocha, que conseguiu enxergar em mim o que nem eu tinha enxergado ainda (a paixão pela geografia). Aos meus companheiros de laboratório e grandes amigos: Caio, Herbert, João Paulo, Luana, Tyciane e em especial, Iago, o melhor amigo que a universidade poderia ter me dado.

Aos colegas do bacharelado da turma 2014.1 (os Geodinos), vocês são especiais! Espero que a amizade se estenda além dos portões da universidade, caminhar ao lado de vocês me fez crescer como ser humano. Aos meus companheiros de aventura, Jesiel, Petronilo e Gilvania, amo vocês! Amo o jeito que levam a vida e amo até nossas encrencas diárias. As três primeiras pessoas que cruzaram meu caminho na universidade e logo depois seguiram novos rumos; Mariana, obrigada por continuar sendo um dos melhores presentes que a geografia me deu! Beeest (Fernando), a gente não se larga nunca mais! Rosane, obrigada pelo companheirismo e por aceitar ser “minha mãe” na academia.

Por fim, agradeço a Universidade Federal do Rio Grande do Norte pelo apoio prestado em diversos momentos, assim como a PROPESQ/UFRN (Pró-Reitoria de Pesquisa) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil) pelo apoio financeiro e a oportunidade de crescimento da ciência.

**“Sonhos determinam o que você quer,  
ação determina o que você conquista!”**

**(Aldo Novak)**

## RESUMO

As Áreas Úmidas (AUs) são ecossistemas inundados periodicamente, áreas naturais ou artificiais, resultantes do transbordamento de rios ou lagos, apresenta uma biodiversidade/comunidades (fauna e flora) que se adaptam as condições do ambiente. Ocorre em quase todas as porções do globo, no Brasil, estes ecossistemas estão bem distribuídos, representando 20% do território, isso se dá devido aos condicionantes físicos (clima, geologia, hidrografia, geomorfologia) locais. De acordo com o potencial ecológico, econômico e os serviços que esses ambientes apresentam houve a necessidade de se fazer um estudo, pois são poucos os trabalhos relacionados à localização, distribuição e extensão desses ecossistemas costeiros no Brasil. A pesquisa partiu da hipótese de que no complexo estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN), encontra-se uma diversidade significativa de áreas úmidas, devido à influência do clima semiárido (fatores naturais). Nessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivo realizar uma classificação das áreas úmidas costeiras localizadas na zona estuarina do Rio Piancó-Piranhas-Açu (RN). A área de estudo está localizada nos municípios de Macau e Porto do Mangue (RN), sendo o maior e mais complexo do litoral setentrional do Rio Grande do Norte, com aproximadamente 20 km de largura, por cerca de 15 km de comprimento, compõe um sistema de três canais estuarinos: Cavalos, Conchas e Açu. A metodologia empregada nesse trabalho foi dividida em três etapas: 1) levantamento bibliográfico e cartográfico prévio da área; 2) montagem da base cartográfica, processamento de imagens digital e classificação das áreas úmidas encontradas na área de estudo; e 3) identificação preliminar dos serviços ecossistêmicos prestado na zona estuarina do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN). A partir da revisão bibliográfica e da utilização de ferramentas de geotecnologias, foram identificados seis ecossistemas: manguezal, apicum, estuário, lagoas, salinas solares e carcinicultura; ocupando uma área total de 299km<sup>2</sup> da área de estudo. Pode-se constatar que na área de estudo o ecossistema com maior extensão são as salinas solares, ocupando cerca de 36% da área total, referente a um total de 10.740ha e o ecossistema com menor área de ocupação foi a carcinicultura, com apenas 6% da área total, referente a 1.965ha. Os serviços ecossistêmicos identificados na zona estuarina foram listados de acordo com a classificação CICES, divididos em provisão (alimentação local/gastronomia; compostos químicos, biocombustíveis, etc), manutenção e regulação (filtro biológico, manutenção do fluxo de água; regulação climática, etc), e culturais (remédios naturais, valor paisagístico, etc). Logo, a proposta de monografia torna-se de fundamental importância, porque há a necessidade de preservar e conservar essas áreas úmidas costeiras, assim espera-se, sobretudo, que essa pesquisa venha a contribuir para o desenvolvimento de estudos mais aprofundados sobre a temática abordada.

**Palavras-chave:** Geografia; Rio Piancó-Piranhas-Açu; Áreas úmidas costeiras.

## ABSTRACT

Wetlands are periodically flooded ecosystems, natural or artificial, resulting from the of water from rivers or lakes, has a biodiversity/communities (fauna and flora) that adapt to environmental conditions. Occurring in almost all parts of the globe, in Brazil, these ecosystems are well distributed, representing 20% of the territory, due to the physical conditions (climate, geology, hydrography, geomorphology). According to the ecological, economic and the services that these environments presented, there was a need to make a study, as there are few studies related to the location, distribution and extension of coastal ecosystems in Brazil. The research was based on the hypothesis that a significant diversity of wetlands is found in the Piancó-Piranhas-Açu (RN) estuarine complex due to the influence of the semi-arid climate (natural factors). In this perspective, the present study aimed to perform a classification of the coastal wetlands located in the estuarine zone of the river Piancó-Piranhas-Açu (RN). Study area is located in the municipalities of Macau and Porto do Mangue (RN), being the largest and most complex of the northern coast of Rio Grande do Norte, about 20 km wide, about 15 km long, make up a system of three estuarine channels: Cavalos, Conchas and Açu. The methodology used in this work was divided into three stages: 1) bibliographical and cartographic survey of the area; 2) cartographic base assembly, digital image processing and classification of the wetlands found in the study area; and 3) preliminary identification of the ecosystem services provided in the estuary area of the river Piancó-Piranhas-Açu (RN). From the bibliographic review and the use of geotechnology tools, six ecosystems were identified: mangrove, apicum, estuary, lagoons, solar salt and shrimp farming; occupying a total area of 299km<sup>2</sup> of the study area. It can be observed that in the study area the ecosystem with the greatest extension is like solar salt, occupying around 36% of the total area, referring to a total of 10,740ha the ecosystem with a lower occupancy area is shrimp farming, with only 6% of the total area, referring to 1,965ha. Ecosystem services identified in the estuarine zone are listed according to a CICES classification, divided into provision (local food/gastronomy, chemical compounds, biofuels, etc), maintenance and regulation (biological filter, water flow maintenance, climate regulation, etc), and cultural (natural remedies, landscape value, etc).Therefore, a monograph proposal becomes of fundamental importance, because there is a need to conserve and conserve those areas, which is a development research, studies and research.

**Keywords:** Geography; River Piancó-Piranhas-Açu; Coastal wetlands.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Representação esquemática de um estuário e dos seus setores.....	16
Figura 02: Municípios salineiros no estado do Rio Grande do Norte.....	19
Figura 03: Salinas solares artesanais e salinas solares mecanizadas.....	19
Figura 04: Espécies de manguezais encontradas no litoral brasileiro.....	22
Figura 05: Espécies de manguezais encontradas no litoral brasileiro.....	23
Figura 06: Ecossistemas de apicum e manguezal.....	24
Figura 07: Rio Piancó-Piranhas-Açu, litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte.....	27
Figura 08: Estrutura hierárquica da classificação CICES.....	30
Figura 09: Mapa de identificação das AUs no Sistema Estuarino Piancó-Piranhas-Açu (RN).....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Área total ocupada pelas áreas úmidas hipersalinas do complexo estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN).....	31
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Classificação das áreas úmidas hipersalinas do complexo estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN).....	34
Quadro 02: Classificação <i>The Common International Classification of Ecosystem Services</i> (CICES).....	35

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Histograma da área total mapeada em hectares das áreas úmidas hipersalinas da zona estuarina do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN).....	32
---	----

## LISTA DE SIGLA

**a.C.** – Antes de Cristo

**AU** – Área Úmida

**CE** – Ceará

**CICES** – The Common International Classification of Ecosystem Services

**INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**RN** – Rio Grande do Norte

**PE** – Pernambuco

**SE** – Sergipe

**SIG** – Sistema de Informações Geográficas

## LISTA DE SÍMBOLOS

**%** – por cento

**ha** – Hectares

**NaCl** – Cloreto de Sódio

**Km** – Quilômetros

**Km<sup>2</sup>** – Quilômetros Quadrado

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
2.1 ÁREAS ÚMIDAS.....	14
2.1.1 ÁREAS ÚMIDAS HIPERSALINAS.....	15
2.1.2 ESTUÁRIO.....	15
2.1.3 LAGOAS COSTEIRAS.....	17
2.1.4 SALINAS SOLARES.....	18
2.1.5 CARCINICULTURA.....	20
2.1.6 MANGUEZAL.....	21
2.1.7 APICUM.....	23
2.2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS.....	25
2.3 GEOTECNOLOGIAS.....	25
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	26
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	28
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>30</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>38</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As Áreas Úmidas (AUs) são ambientes terrestres e aquáticos, inundados periodicamente por água doce, salobra ou salina, sendo de origem natural ou artificial, continental ou costeira, apresenta uma biodiversidade/comunidades (fauna e flora) que se adaptam as condições do ambiente. Ocorre em quase todas as porções do globo, no Brasil, estes ecossistemas estão bem distribuídos, representando 20% do território, isso se dar devido aos condicionantes físicos (clima, geologia, hidrografia, geomorfologia) locais (JUNK et al., 2014).

A Convenção Ramsar (2006), refere-se que todas as áreas pantanosas, de charco ou reservatórios (naturais e/ou artificiais), de água corrente ou parada podem ser consideradas áreas úmidas, sendo ecossistemas encontrados na área de estudo, como manguezal, estuário, lagoas, salinas, entre outros.

Dessa forma, o trabalho parte da problemática de que no Brasil, o atual cenário a ocupação da zona costeira se configura como um sério risco e comprometimento aos ecossistemas costeiros. No litoral semiárido do país, há uma rica diversidade de áreas úmidas costeiras e estuarinas, naturais e artificiais. As atividades lucrativas provenientes dos ecossistemas costeiros artificiais (carcinicultura e salinas solares) demandam bastante espaço para sua continuidade e expansão.

Por sua vez as salinas são vistas hoje como fonte de renda de diversos moradores que residem próximo ao seu entorno, além da produção econômica elas prestam diversos serviços ambientais (COSTA et al., 2013), servindo de habitat para diversas espécies, assumindo elevada importância ecológica no litoral semiárido em função da ausência de outros ecossistemas aquáticos que sustentam a biodiversidade costeira (lagunas e lagoas costeiras) (COSTA et al., 2014c).

Além das salinas e da carcinicultura, a região apresenta ecossistemas naturais (planícies hipersalinas e/ou apicuns e manguezal) que se destacam pelas suas fisionomias diferenciadas em função da semiaridez climática, fazendo com que estes ecossistemas ocupem espaços restritos próximos à desembocadura dos estuários (COSTA, 2010; COSTA et al., 2014a,b).

No entanto, até o presente momento, não foi abordado de forma relevante uma caracterização ambiental da área de estudo, levando em consideração que ainda não existe uma classificação de zonas úmidas amplamente utilizadas no Brasil,

havendo assim uma necessidade de classificar e identificar as áreas úmidas costeiras, sua extensão e distribuição ao longo do complexo estuarino Piancó-Piranhas-Açu.

Nesta perspectiva, esta pesquisa parte da hipótese de que no complexo estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN), encontra-se uma diversidade significativa de áreas úmidas, apesar da ocupação humana na zona costeira durante as últimas décadas em virtude do desenvolvimento de atividades econômicas (ambientes artificiais), no qual esses ecossistemas sofreram pressões e impactos de ações antrópicas, modificando as paisagens e o ambiente natural, havendo assim a necessidade de protegê-los e conservá-los. Esses ecossistemas até hoje prestam diversos serviços ecossistêmicos para a sociedade que moram no seu entorno.

Neste sentido, com a finalidade de contribuir para o ordenamento territorial dessas áreas úmidas, esta monografia tem com o objetivo geral classificar as áreas úmidas localizadas no estuário do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN). Como objetivos específicos, se pretende: 1) realizar um mapeamento dessas áreas úmidas, caracterizando cada ecossistema costeiro encontrado na área estudada; e 2) identificar preliminarmente os serviços ecossistêmicos prestados pelo complexo estuarino, os quais são informações relevantes para o conhecimento das populações do entorno.

Dessa maneira a pesquisa se estrutura de um panorama geral na temática das áreas úmidas, tem como primeira etapa, a realização de uma revisão bibliográfica a partir de livros, revistas, artigos, manuscritos a fim de discutir e explorar o conceito de áreas úmidas, englobando discussões inerentes à sua conceituação e classificação.

Após definir e discutir esse conceito, foram explorados procedimentos metodológicos que contemplam de ferramentas geotecnológicas para classificação das áreas úmidas seguindo a proposta de Junk et al. (2015), além da metodologia CICES (*The Common International Classification of Ecosystem Services*) para a identificação dos serviços ecossistêmicos prestados na área de estudo.

Logo, a pesquisa buscou realizar os objetivos propostos, de acordo com a metodologia explorada. O estudo apresentou os seguintes resultados: mapa de localização das áreas úmidas hipersalinas, dados quantitativos da área total de cada ecossistema costeiro identificado, enquadramento das AUs através da classificação

de Junk et al. (2015), além da identificação dos serviços ecossistêmicos prestados na área de estudo.

Finalizando, com as considerações finais onde são apontados os resultados do presente trabalho visando contribuir para o aprimoramento dos estudos de áreas úmidas e, sobretudo subsidiar o desenvolvimento de futuros trabalhos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ÁREAS ÚMIDAS**

Áreas úmidas são ecossistemas inundados periodicamente, áreas naturais ou artificiais, resultantes do transbordamento lateral de água de rios ou lagos. Ocorre pela precipitação direta ou até mesmo pelo afloramento do lençol freático, ocasionando uma ligação do meio biótico com o meio físico-químico através de adaptações morfológicas, filosófica e anatômicas referente às particularidades de cada comunidade (PIEIDADE et al., 2012).

Estes ambientes sofrem frequentemente com a intervenção antrópica, perdendo muitas vezes suas funcionalidades e os serviços prestados por eles, dessa forma, foi criado um tratado intergovernamental no Irã em 1971, onde o principal objetivo era a conservação e utilização inteligente de todas as áreas úmidas, que buscava uma manutenção e um desenvolvimento sustentável desses ambientes (RAMSAR, 2006).

No Brasil, o tratado só passou a ser vigorado a partir de 1993, através do decreto de nº 1.905, de 16 de maio de 1996, onde tinha como principal objetivo o desenvolvimento e a conservação dessas áreas úmidas de forma sustentável no país, na qual corresponde cerca de 20% de todo o território nacional (BRASIL, 1996; JUNK et al., 2015).

No Semiárido Nordeste, as AUs encontram-se grande parte em ambientes costeiros, como lagoas, lagunas, estuários, manguezais, apicuns; além das áreas úmidas artificiais, proveniente de ações antrópicas (salinas e carciniculturas). Estes ambientes sofrem interferência das marés e dos estuários, através da variação dos pulsos de inundação (JUNK et al., 2014).

Segundo Junk et al. (2015), as áreas úmidas são ecossistemas importantes tanto para a sociedade como para a biodiversidade, apresentam-se em zonas terrestres e/ou aquáticas, e são responsáveis por oferecer serviços para o bem estar humano e biológico, resultantes do seu capital natural. Esses serviços são compreendidos como benefícios tangíveis (madeiras e alimentos) e intangíveis (regulação do clima e interações espirituais com o ecossistema), como por exemplo, a retenção de sedimentos, regulação do microclima, habitats para animais, manutenção da biodiversidade, além do ecoturismo e recreação para a comunidade local (ANDRADE et al., 2009).

## 2.2 ÁREAS ÚMIDAS HIPERSALINAS

As áreas úmidas hipersalinas são zonas de supramaré localizadas em regiões litorâneas de todo o mundo. São ambientes sujeitos periodicamente a inundações e deposição evaporítica, que resultam do acúmulo de água marinha, onde a evaporação excede a precipitação. O ambiente passa pelo processo de salinização, devido aos fatores de cheias sazonais (marés de sizígia e quadratura), ao clima semiárido com altas taxas de evaporação; insolação (> 8h/dia); altas temperaturas (> 28°C); baixa precipitação pluviométrica (<800 mm/ano); ventos constantes, além de superfícies planas e suavemente inclinadas (COSTA, 2013).

Estes ambientes são ecossistemas ricos em biodiversidade, devido à sua topografia aplainada, afetados diariamente pelos pulsos de maré. São de alta complexidade ecológica, responsáveis pelo equilíbrio e manutenção das espécies (SOARES; DOMINGUEZ, 2012).

Segundo Burger (2000), na região árida e semiárida as principais áreas úmidas hipersalinas costeiras são: estuários, lagunas, lagoas, planícies hipersalinas, manguezal e apicuns, além de atividades econômicas como salinas solares e carcinicultura que são outros ecossistemas significantes na classificação de áreas úmidas artificiais.

## 2.3 ESTUÁRIO

O termo estuário se deu a partir do adjetivo latim *aestuarium* que significa maré, os primeiros estudos sobre esse termo ocorreu na segunda metade do século

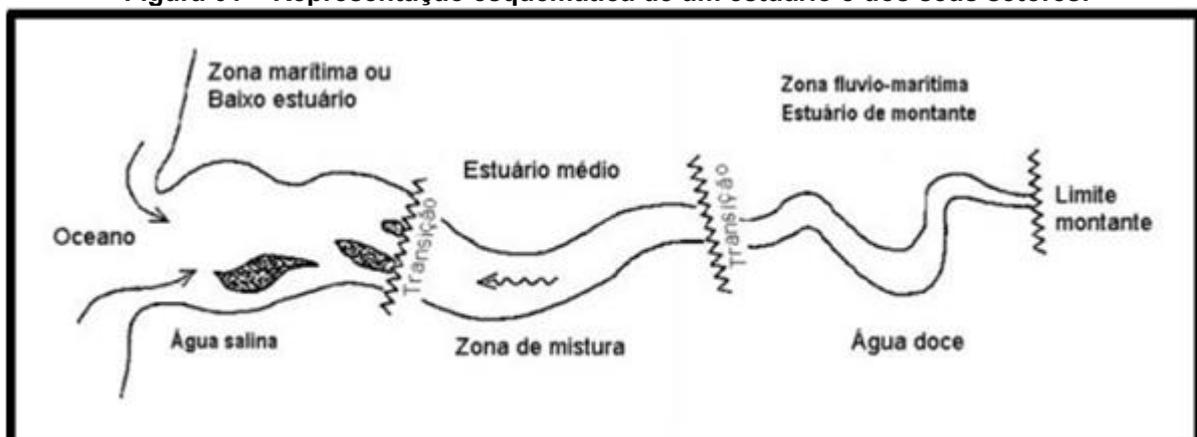
XIX por pesquisadores escandinavos (PRITCHARD, 1963). Sendo considerado um ecossistema complexo, ele passa por um processo de diluição (água oceânica pela água continental) que ocasiona o armazenamento de sais nas profundidades da zona estuarina (BONETTI-FILHO; MIRANDA, 1997).

O ecossistema estuário é a zona de transição entre o oceano e o continente, são parcialmente fechados com uma conexão livre ao oceano aberto, diluindo a água do mar pela água doce, tornando-o um ambiente salobro (CAMERON; PRITCHARD, 1963 apud VALLE-LEVINSON, 2010). Sofre modificações frequentemente das ondas, correntes marítimas, ventos, precipitações, etc. Esses fatores influenciam nas mudanças do ambiente, além de dinamizar seus aspectos morfológicos, que ocorre desde das suas propriedades dinâmicas naturais como também das intervenções antrópicas (ALVES, 2001).

Esses ambientes estuarinos são de alta produtividade, responsáveis pelo equilíbrio ecológico, servindo de abrigo/repouso, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies, principalmente as espécies marinhas que vão a esses ambientes para desovar (ODUM, 1988).

Ao longo dos estuários podem ser identificados importantes processos atuantes, de acordo com Dione (1963 apud SCHETTINI, 2002), os estuários podem ser classificados e divididos em três setores: baixo estuário (água com elevada taxa de salinidades e onde ocorrem processos marinhos), médio estuário (zona flúvio-marítima, ou seja, onde ocorre a interação de água continentais e oceânicas), e alto estuário ou estuário de montante (observa-se os efeitos da maré sobre águas continentais) (Figura 01).

**Figura 01 – Representação esquemática de um estuário e dos seus setores.**



Fonte: (SILVA, 2000, p. 27).

Os complexos estuarinos estão sempre sujeitos a processos naturais, sendo um importante ecossistema na ecologia global, porque é através desses ambientes que é transportado grande parte da matéria originada da decomposição intempérica dos continentes em direção aos oceanos (SCHETTINI, 2002).

## 2.4 LAGOAS COSTEIRAS

As lagoas são corpos hídricos rasos, que apresentam formas distintas, podem ser de água doce e/ou salgada, permanentes ou temporárias, continentais ou costeiras, isoladas de rios ou oceano (GUERRA; GUERRA, 2008). Estes ecossistemas, segundo Tundisi; Matsumura-Tundisi (2008), são de grande significância, pois constituem regiões de interface entre ambientes costeiros, águas interiores e águas costeiras marinhas.

Esteves (2011) coloca que o surgimento das lagoas está ligado aos processos endógenos e exógenos, sendo ambientes instáveis que passam por alterações de acordo com as dinâmicas do meio, são ecossistemas naturais de curta durabilidade na escala geológica.

As lagoas costeiras, encontradas em regiões áridas ou semiáridas, exercem um papel significativo no desenvolvimento das comunidades bióticas do meio, ou seja, são ecossistemas com alta biodiversidade (ROCHA, 2014). Estes ambientes vêm ganhando grande significância ao longo dos anos, proporcionando serviços ecossistêmicos no seu entorno, estimando-se que contribuam com 40% dos serviços ecossistêmicos do Planeta (ZEDLER, 2003).

No Brasil esse ecossistema localiza-se grande parte no litoral, mais especificamente na zona costeira do estado do Rio Grande do Norte (ESTEVES, 2011). De acordo com Guedes (2014) foram identificados 72 sistemas lacustres, sendo 65 lagoas salinas e sete lagunas no estado.

Vale salientar a importância deste ecossistema, uma área úmida de extrema produtividade local, exerce funções sociais e econômicas, bem como, sua funcionalidade na regulação do balanço hídrico, manutenção do lençol freático, regulação do clima local, além dos diversos serviços ecossistêmicos prestados (SANTOS, 2008).

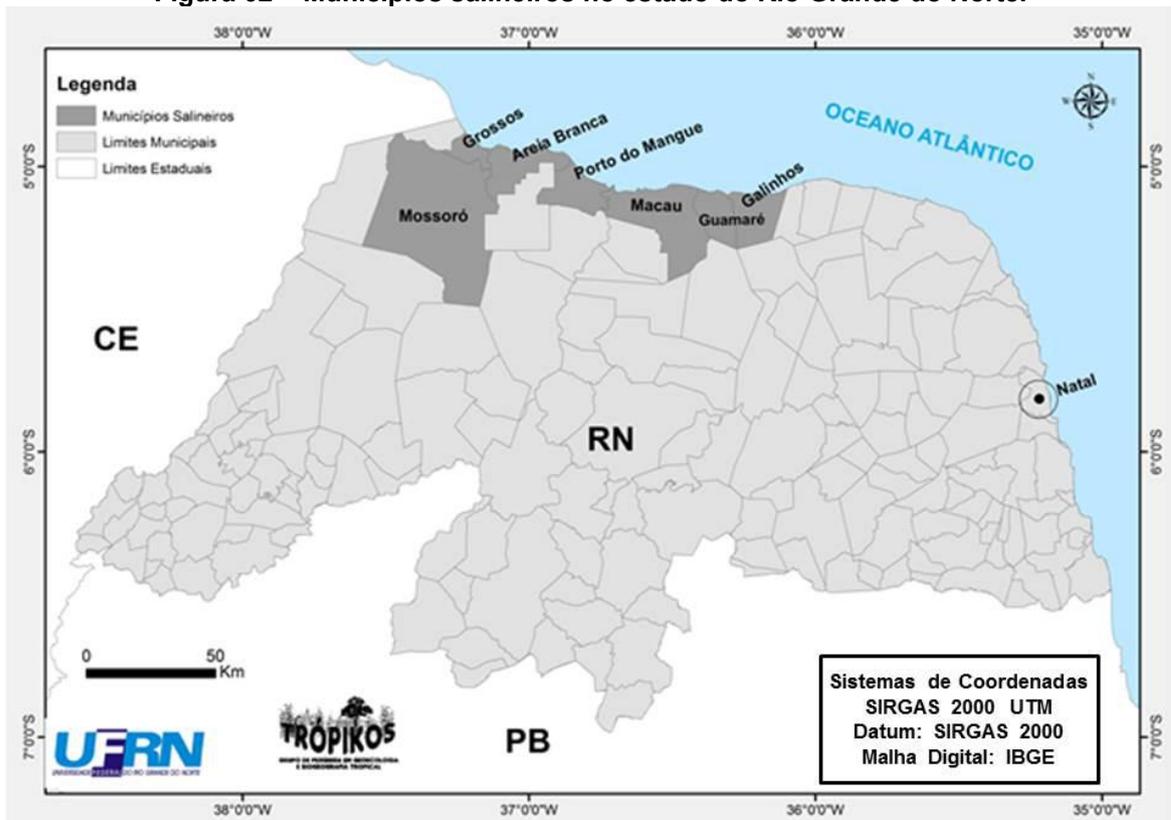
## 2.5 SALINAS SOLARES

Salinas solares são ecossistemas artificiais formados por tanques (evaporadores e cristalizadores) conectados entre si, onde a água do mar ou estuário é absorvida e transmitida através de gravidade ou bombeamento, com finalidade de extração do sal marinho. Os primeiros indícios sobre a atividade salineira realizada pelo homem ocorreram na China, cerca de 2.500 a.c, incidiram com a descoberta e exploração das reservas naturais e em seguida, por volta do século XIX, com a produção do sal marinho nas salinas artesanais, armazenado a água do mar em recipientes de argila até que ocorresse a precipitação de sal, que continha elevados teor de NaCl (cloreto de sódio), além de sais como cálcio, magnésio e etc. (Baas-Becking, 1931; COSTA et al., 2013).

No Brasil, os colonizadores criaram pequenas salinas para seu uso pessoal, utilizando o sal marinho para a alimentação de bois e cavalos, além da preparação do charque pelo salgamento da carne bovina e seca sob o sol, introduzindo tanques nas margens dos rios que desembocavam no oceano Atlântico, espalhando-se rapidamente no espaço que hoje corresponde à região Nordeste. No Brasil as principais salinas foram a de Cunhaú (RN), Itamaracá (PE) e a de Serigi (SE) (ANDRADE, 1995).

O litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, sobretudo nas margens das zonas estuarinas, a partir do século XVI deu início à extração de sal por salinas solares que apresentava importantes ações humanas, para o desenvolvimento econômico, político e cultural do estado, atualmente, responsável por 97% da produção de sal do país (CASCUDO, 1984; TRINDADE, 2010; COSTA 2013) (Figura 02). Além da grande demanda de produção de sal, as salinas solares desempenham um papel importante como habitat para espécies de aves aquáticas migratórias e como redes de conectividade bióticas (COLEMAN, 2009; KOROVISSIS; LEKAS, 2009; OREN, 2009; ORTIZ-MILAN, 2009; RAHAMAN et al., 2009; COSTA et al., 2014a).

**Figura 02 – Municípios salineiros no estado do Rio Grande do Norte.**



Fonte: Acervo do autor, 2017.

Estes tipos de zonas úmidas são encontrados no estado a partir de duas classificações: artesanais e mecanizadas (Figura 03). A produção de sal de maneira artesanal ocorre de forma manual, são salinas de pequeno e médio porte, divididas entre 10 a 20 tanques, com uma superfície média de 2 – 50 ha, produzindo cerca de 200 a 20.000 toneladas por ano. Enquanto as salinas mecanizadas oferecem uma maior demanda, devido aos seus manejos e técnicas mais qualificados, utilizam um maquinário industrial (veículos automotivos, esteiras, entre outros), produzem cerca de 150.000 toneladas por ano, e possui uma superfície acima de 50 hectares (COSTA, 2013).

**Figura 03 - Salinas solares artesanais e salinas solares mecanizadas.**



Fonte: A – O baú de Macau; B – Silveira Silva.

O processo de modernização do polo salineiro no estado potiguar se deu a partir da década de 1970 formando grandes unidades produtoras. Com o desenvolvimento dessa atividade, ocorreu o processo de mecanização, onde as salinas artesanais não supriam a grande demanda da produção de sal e acabaram por abandonar e paralisar as de médio e pequeno porte (SANTOS, 2010).

As salinas mecanizadas são responsáveis por grande parte da demanda de sal; já as salinas artesanais, nos dias atuais, são pouquíssimas utilizadas para a produção de sal, mantendo-se firme devido aos serviços ecossistêmicos prestados e ao seu valor histórico, um patrimônio natural pouco conhecido no país (RUTE DA SILVA; COSTA, 2016).

Segundo Costa et al. (2013) e Araújo (2013), identificam-se dois polos de salinas solares artesanais no estado, as salinas do Córrego – Grossos-RN e do Boi Morto – Grossos-RN, que corresponde a uma área de 426ha e 234ha respectivamente.

Desta forma, as salinas solares captam a água do estuário ou do mar, formadas por tanques evaporadores interconectados, sendo abastecidos por bombeamento ou até mesmo por gravidade (à medida que diminuem sua profundidade, aumenta a salinidade, a salmora é passada pela gravidade ou bombeada até que haja a saturação máxima, devido a ações do vento e do sol, precipitando os cristais de sais, extraíndo assim o cloreto de sódio) (COSTA et al., 2013).

As salinas solares são áreas úmidas inteiramente sustentáveis, ou seja, a produção de sal marinho se dar de forma sustentável, pois a extração do mineral (Halita – NaCl) provém de matéria prima 100% renovável (água do mar ou estuário e luz solar), sendo de grande significância para o âmbito ecológico como também para o econômico da região (COSTA et al., 2014a).

## 2.6 CARCINICULTURA

A carcinicultura teve início no Japão no ano de 1933, é um método de criação de camarões em viveiros, que captam águas estuarinas e armazenam em ambientes fechados (WHETSTONE et al., 2002).

A resolução nº 312/12 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) possibilita o funcionamento, de forma legal, do ecossistema artificial de carcinicultura no Brasil, assegurando sua manutenção e desenvolvimento (Ribeiro et al., 2014). É uma atividade econômica que utiliza as condições ambientais para se desenvolver, sendo uma atividade lucrativa que coloca o Brasil entre os 10 maiores produtores de camarão do mundo, concentrando seu maior polo na região Nordeste, iniciando suas atividades nos anos 70 (TAHIM; ARAÚJO JUNIOR, 2014).

Segundo Cavalcante (2012), é uma atividade comercial crescente no Nordeste brasileiro, principalmente na costa branca do estado do Rio Grande do Norte, onde a cultura de criação de camarões em viveiros se desenvolve devido às condições climáticas da região (altas temperaturas, ações do vento, baixa precipitação) que influencia diretamente nas variações de salinidade das águas, deixando o ambiente ideal para produção de camarão.

Todavia, o desenvolvimento dessa atividade pode gerar problemas ambientais para a região, afetando de maneira direta o ecossistema de manguezal, que é desmatado grande parte para a implantação dos tanques, a água descartada dos tanques de maneira inadequada ocasiona modificações no ambiente natural, devido à inserção excessiva de nutrientes e compostos químicos, afetando assim a biota do meio (RIBEIRO et al., 2014).

## 2.7 MAGUEZAL

Segundo Junk et al. (2014), o manguezal é um ambiente enquadrado como áreas úmidas devido a suas características, um ecossistema com elevada importância ecológica que ocorre tanto em áreas costeiras e/ou estuarinas de zona de transição entre o meio aquático e terrestre. Apresenta uma variedade de espécies da fauna e flora, devido à riqueza de nutrientes e matéria orgânica que esses ecossistemas proporcionam (SCHAEFFER-NOVELLI, 2005; COSTA, 2010; COSTA; DE MEDEIROS ROCHA; CESTARO, 2014b).

As áreas úmidas de manguezal são consideradas um ecossistema estável, complexo, resistente e bastante resiliente, encontrados em desembocadura de rios e lagunas que estejam diretamente ligadas com a água do mar. Apresenta uma vegetação halófila, devido a sua localização e as altas taxas de salinidade. Este

ecossistema exerce um papel significante na estabilidade da geomorfologia costeira e na conservação da biodiversidade, além de manutenção/regulação de recursos pesqueiros utilizados pela população local (SCHAEFFER-NOVELLI, 2005).

Desta forma, os manguezais exerce uma função importante nas margens estuarinas, proporcionando um equilíbrio ecológico no meio, além dos diversos serviços ecossistêmicos prestados, como a diminuição da ação intensiva das marés estuarinas em possíveis enchentes, sua vegetação auxilia na estabilização dos sedimentos suspensos na água e dificulta a erosão das margens, além de ser considerado um dos ecossistemas mais produtivos do mundo (COSTA; DE MEDEIROS ROCHA; CESTARO, 2014b).

No Brasil, os manguezais corresponde cerca de 13.763 km<sup>2</sup>, desde do extremo norte, no estado do Amapá até Santa Catarina (SCHAEFFER-NOVELLI, 1990). De acordo com o autor, os fragmentos de manguezais encontrados no litoral brasileiro são compostos por quatro espécies principais, sendo elas: *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho); *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn (mangue branco), *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke (mangue língua de vaca) e *A. germinans* L. (mangue preto) (Figuras 04 e 05).

**Figura 04 – Espécies de manguezais encontradas no litoral brasileiro.**

**Mangue branco (*Laguncularia racemosa*)**



**Mangue sapateiro (*Rhizophora mangle*)**



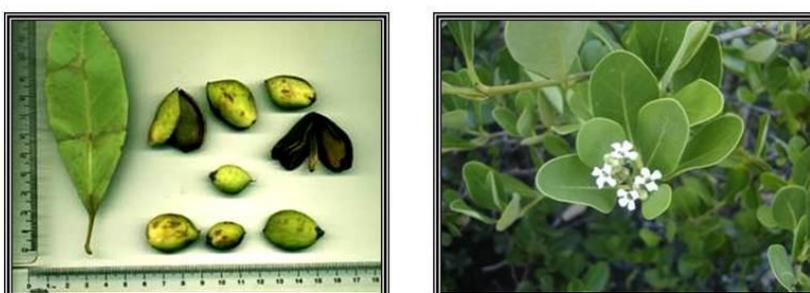
Fonte: Diógenes Costa.

**Figura 05 – Espécies de manguezais encontradas no litoral brasileiro.**

**Mangue língua de vaca (*Avicennia germinans*)**



**Mangue preto (*Avicennia schaueriana*)**



Fonte: Diógenes Costa.

No Rio Grande do Norte, este ecossistema está distribuído no litoral setentrional e oriental, sua localização próxima a áreas urbanas influencia que o homem cada vez mais modifique o ambiente, ocasionando pressões e danos, devido à ação antrópica juntamente com os fatores ambientais (clima, topografia, salinidade) (COSTA, 2010; MAIA; LACERDA, 2005).

## 2.8 APICUM

São ecossistemas naturais que ocorrem nas margens do estuário sob forma de superfícies aplainadas e levemente inclinadas, sem presença de vegetação e com elevada salinidade, inundados geralmente em marés de lua nova e cheia (sizígia) (SCHAEFFER-NOVELLI, 2005). São considerados ecossistemas de transição entre o manguezal e o continente, encontrados em regiões áridas e semiáridas, na porção interna do manguezal, na interface médio/supra litoral (PROST, 2001; COSTA, 2010; ALBUQUERQUE et al., 2014).

Os apicuns (salgados, ecótono, zona de transição ou areal) são qualificações de uma zona arenosa, ensolarada. São áreas hipersalinas, associadas aos manguezais formando um estágio sucessional natural do ecossistema, ou seja, é a sucessão natural que estabelece relações com outras comunidades, sendo consequência da deposição de areias finas por ocasião da preamar. Esses ambientes ocorrem na porção interna do manguezal, na interface médio/supra litoral, localizados entre manguezais e terras elevadas adjacentes, raramente em pleno interior do bosque (BIGARELLA, 1947; COSTA, 2010).

**Figura 06 – Ecossistemas de apicum e manguezal.**



Fonte: Diego Emanuel Moreira da Silva (2016).

Segundo Schaeffer-Novelli (2005), os apicuns (planícies de maré) são áreas colonizadas por fragmentos de mangue, formando um estágio sucessional natural do ecossistema. No Brasil, o IBGE (2004) designa o termo apicum, como áreas de pouca vegetação e que contém elevadas taxas de sal, que devido aos pulsos de inundações das marés a salinidade apresenta-se elevada a da água do mar, secando os fragmentos em pouco tempo, ocasionando assim a alta salinização da planície (ALBUQUERQUE et al., 2014).

## 2.9 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Os serviços ecossistêmicos são responsáveis pelo bem-estar humano, são os benefícios diretos e indiretos, quantitativos e qualitativos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas. Pode citar, dentre eles, os serviços de provisão, regulação e manutenção e Cultural. (MUNK, 2015). Desde da década de 70 vem sendo discutido e trabalho esse conceito, (MUNK apud NAHLIK et al., 2012), consolidando-se apenas na década de 1990, com a valorização econômica de 17 serviços por Costanza et al. (1997).

Segundo Andrade et al. (2009), os serviços ecossistêmicos são classificados como tangíveis (madeiras e alimentos - fluxos dos recursos naturais) e intangíveis (regulação do clima e interações espirituais com o ecossistema) derivados do capital natural. Os serviços tangíveis são responsáveis por grande parte da economia (provisão) local/regional, enquanto os intangíveis são determinantes na forma que o homem modifica a paisagem, devido à regulação climática e ao apego com o lugar (cultural).

O termo “serviços ecossistêmicos” quase sempre vem acompanhado da expressão “capital natural”, ou seja, à medida que atribuem valor humano no capital natural, passa-se a denominar serviços ecossistêmicos, e as funções ecossistêmicas surgem da interação entre os elementos estruturais do capital natural, devido à inclusão do homem no ambiente natural (COSTANZA et al., 2014). Logo, evidencia-se que as atividades econômicas e o bem-estar humano são dependentes dos serviços ecossistêmicos, sendo necessário à conservação desses ecossistemas para que o seu capital natural não perca suas funcionalidades (RABELO, 2014).

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

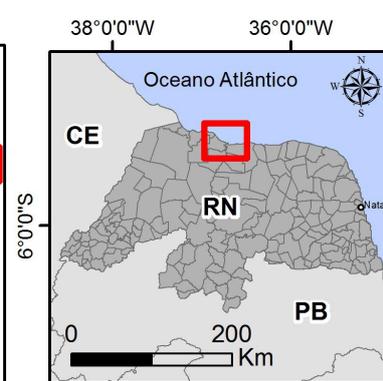
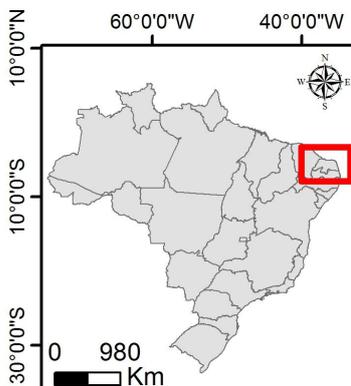
### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O sistema estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu está localizado nos municípios de Macau e Porto do Mangue (RN) (Figura 07), este é o maior e mais complexo do litoral setentrional do Rio Grande do Norte, sua foz em delta com presença de bancos arenosos tem vazão regularizada após a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves de 17,8 m<sup>3</sup>/s (CBH-Piancó-Piranhas-Açu, 2017).

Com a área de estudo de aproximadamente 20 km de largura, por cerca de 15 km de comprimento, este compõe um sistema de três canais estuarinos: Cavalos, Conchas e Açú, onde na paisagem é perceptível as diferentes produções do espaço, com a ação humana representada através de atividades econômicas voltadas a indústria petrolífera (óleo e gás), produção de sal (salinas solares), aquicultura (carnicultura), pesca, e turismo (ROCHA JUNIOR, 2011; ANA, 2014).

A área de estudo apresenta um clima semiárido, que segundo a classificação de Koppen, é uma região com características marcantes, um semiárido quente e seco, com baixas precipitações, sofrendo anualmente estiagens (NIMER, 1979). A área estudo sofre influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), o qual é responsável pelas chuvas na região Nordeste (MOLION; BERNARDO, 2002).

Figura 07 – Rio Piancó-Piranhas-Açu, litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte.



**Coordenadas Geográficas**  
 Datum: SIRGAS 2000  
 Zona 24S

**Base Cartográfica**  
 Malha Digital: IBGE (2016)  
 Imagens: SIO, NOAA, U.S.,  
 Navy, NGA, GEBCO  
 (Google Earth Pro), DE 30/12/2016

Fonte: Denise Saldanha; Ana Caroline (2017).

### 3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa para realizar a classificação das áreas úmida foram divididas em três etapas: 1) levantamento bibliográfico e cartográfico prévio da área; 2) montagem da base cartográfica, processamento de imagens digital e classificação das áreas úmidas encontradas na área de estudo; e 3) identificação preliminar dos serviços ecossistêmicos prestado na zona estuarina do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN).

#### 1. Levantamento bibliográfico e cartográfico prévio da área.

Esta etapa consistiu na leitura e discussão de artigos científicos, com classificação A1 e B2, de acordo com o “qualis capes”, além de livros e manuscritos publicados em periódicos nacionais e internacionais na área da pesquisa. A partir do acesso à internet, foi possível consultar obras publicadas em periódicos nacionais e internacionais, através dos seguintes portais: Periódicos CAPES, Scielo e Science Direct. Ainda na internet, foram consultadas as bases documentais dos bancos de teses e dissertações dos Programas de Pós-Graduação, seguindo de uma revisão em acervos cartográficos.

#### 2. Montagem da base cartográfica, processamento de imagens digital e classificação das áreas úmidas encontradas na área de estudo.

A segunda etapa foi subdividida em: 1) formação de um acervo de dados matriciais (raster); 2) armazenamento de dados vetoriais (vetor) no formato shapelif, que foram elaborados durante a identificação das áreas úmidas; e 3) dados quantitativos (planilhas, gráficos, tabelas) utilizados para auxiliar na distribuição das AUs identificadas.

Inicialmente, montou-se uma base de dados integrados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) com todos os sistemas de referências dos arquivos digitais em formato raster (imagens Landsat 8 e imagens do Google Earth Pro (Google©), além do armazenamento de dados vetoriais, que foram trabalhados em formato “.shp” (shapefile), tanto em relação aos arquivos elaborados referentes às áreas úmidas, como também os limites municipais e demais feições paisagísticas e

político-administrativas foram adquiridas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), usando-se o elipsoide de referência o Datum SIRGAS 2000.

Em seguida, foram mapeadas as áreas úmidas presentes na área de estudo, utilizando-se imagens do satélite Landsat 8 (Data: 12/08/2016; Órbita/Ponto: 215/64 e Sensor OLI/TIRS), todas com resolução espacial de 30m e disponíveis de forma gratuita pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Todas as imagens foram trabalhadas utilizando-se as ferramentas do ArcMap/ArcGIS 10.3 ©ESRI (versão acadêmica).

Após o processo de mapeamento das áreas úmidas, foram quantificadas todas as zonas úmidas identificadas na área de estudo, onde foi feita a tabulação e produção de tabelas e gráficos com o uso do software Microsoft Excel 2016, para representação gráfica do estudo.

Por fim, foi realizada a classificação das áreas úmidas mapeadas na área de estudo, baseando-se na proposta Junk et al. (2014), através da nova classificação das áreas úmidas brasileiras, visando que essa classificação é o estudo mais completo sobre a temática abordada.

Para o reconhecimento da área de estudo, utilizou-se de 01 aparelho GPS (Global Positioning System) em código CA, modelo GARMIM ETREX LEGEND (“GPS de navegação”) com vistas a descrever e realizar a caracterização e mapeamento o mais fiel possível. Após isso, foi elaborado planilhas, gráficos, tabelas com o auxílio do software Excel 2013 (Microsoft Office©).

### 3. Identificação preliminar dos serviços ecossistêmicos prestado na zona estuarina do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN).

Para classificar os serviços ecossistêmicos prestados no estuário Piancó-Piranhas-Açu (RN) foi utilizado como base a classificação *The Common International Classification of Ecosystem Services* – CICES, onde os níveis hierárquicos iniciam-se em uma descrição geral até uma mais específica (Figura 08). Os serviços avaliados serão enquadrados nas seguintes classes: 1) Serviços de provisão (provisão comida e outros recursos, etc.); 2) Serviços de regulação e manutenção (regulação da qualidade da água e do solo e degradação de áreas, etc.); e 3) Serviços culturais (benefícios recreacionais, de saúde física e mental, turismo, apreciação estética da paisagem e outros benefícios não materiais). Em cada uma

dessas classificações gerais, há subdivisões e exemplos de quais são os serviços ecossistêmicos que ocorrem na zona estuarina do rio Piancó-Piranhas-Açu/RN (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2013).

**Figura 08 – Estrutura hierárquica da classificação CICES.**



Fonte: Adaptado de Haines-Young, Potschin (2013).

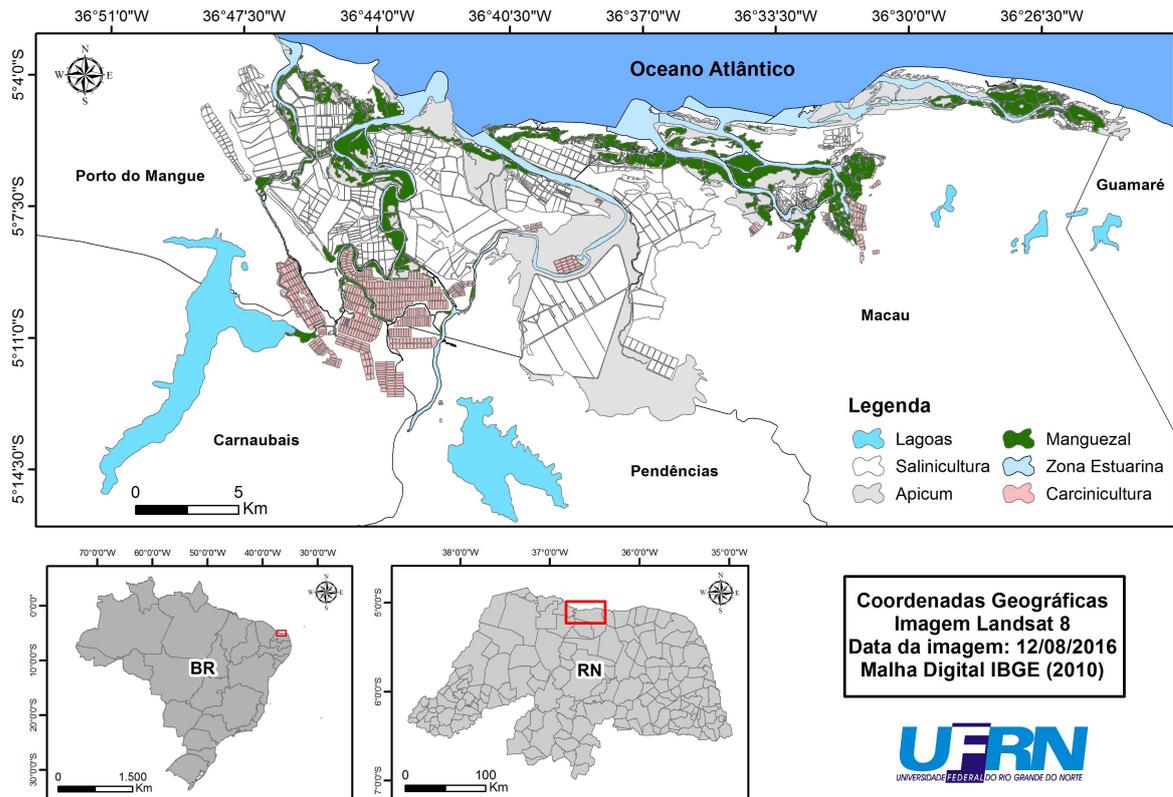
#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados dessa pesquisa foram divididos em três etapas: a primeira constituiu na confecção do mapa de localização das áreas úmidas presentes no complexo estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN), a segunda foi a análise quantitativa da área total dos ecossistemas costeiros identificados e a terceira foi a identificação preliminar dos serviços ecossistêmicos prestados na área de estudo.

Segundo Costa (2013), as áreas úmidas presentes no semiárido, mais especificamente na área de estudo, estão diretamente relacionada aos fatores climáticos da região, devido a disponibilidade hídrica com o avanço periódico das marés, as altas temperaturas (>28°C), baixa pluviosidade (<800mm/ano) e a posição geográfica.

A partir do mapeamento realizado juntamente com as visitas prévias de campo, foram identificados seis tipos de AUs (Figura 09): estuário, lagoas, salinas solares (artesaniais e mecanizadas), carcinicultura, manguezal e apicum; sendo estes ecossistemas naturais e artificiais, considerados salinos e hipersalinos.

**Figura 09: Mapa de identificação das AUs no Sistema Estuarino Piancó-Piranhas-Açu (RN).**



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A partir daí, foi realizada a quantificação da área total ocupada pelas áreas úmidas hipersalinas da zona estuarina do rio Piancó-Piranhas-Açu. A área foi quantificada em quilômetros (km<sup>2</sup>) e em hectares (ha) (Tabela 01). Através do mapeamento no complexo estuarino, pode-se constatar que os seis ecossistemas costeiros identificados na área de estudo ocupam uma área total de 29.900ha ao longo do rio Piancó-Piranhas-Açu.

**Tabela 01 – Área total ocupada pelas áreas úmidas hipersalinas do complexo estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN).**

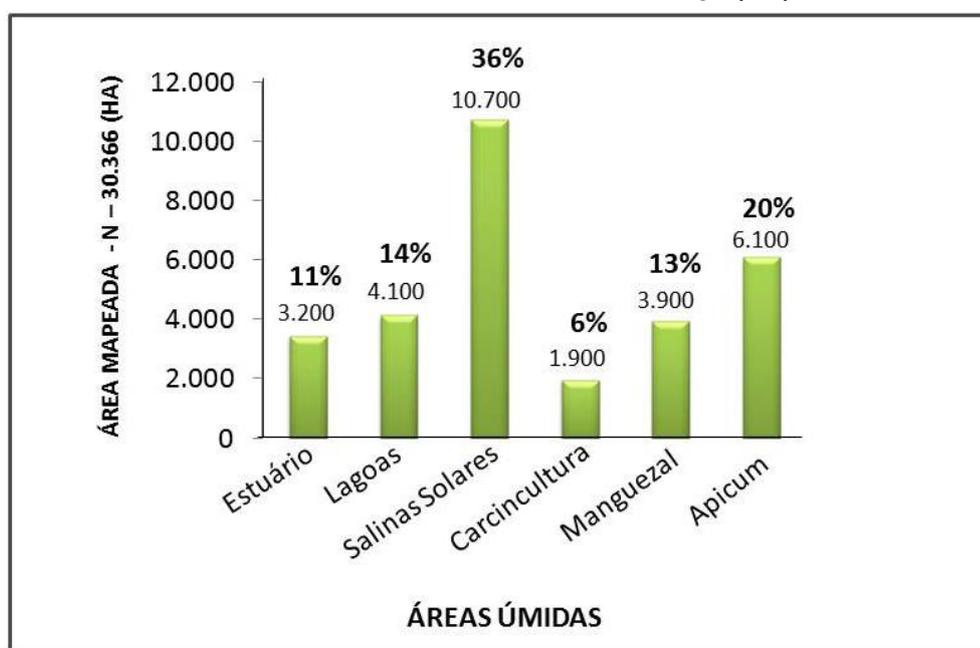
Área Úmida	Área (km <sup>2</sup> )	Área (ha)
Estuário	32	3.200
Lagoas	41	4.100
Salinas Solares	107	10.700
Carcinicultura	19	1.900
Manguezal	39	3.900
Apicum	61	6.100
<b>Total</b>	<b>299</b>	<b>29.900</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

De acordo com a tabela acima, pode-se analisar a variedade dos seis ecossistemas costeiros presentes na área de estudo, são distribuídos de forma heterogênea, sendo identificados 36% das áreas úmidas mapeadas de salinas solares e a menor área de carcinicultura, ocupando 6% da área total. Ambas são classificadas como áreas úmidas artificiais antropogênicas.

A partir disso, os dados foram interpretados em esboço gráfico, representando a ocupação total da área de estudo por hectares (Gráfico 01). Pode-se analisar a variação dos ecossistemas de acordo com a localização deles na zona estuarina.

**Gráfico 01 - Histograma da área total mapeada em hectares das áreas úmidas hipersalinas da zona estuarina do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN).**



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Pode-se perceber que na área de estudo o ecossistema predominante são as salinas solares (distribuídas entre salinas artesanais e mecanizadas), ocupando uma área de aproximadamente 36% de todo o território da bacia, com um total de 10.700ha, os evaporadores e cristalizadores são responsáveis pela grande extensão das salinas solares.

De acordo com Costa et al. (2013), a partir da metade do século XIX, as salinas solares passaram por um processo histórico na região potiguar, sendo marcada pela construção dos primeiros tanques (evaporados e cristalizadores). Isso resultou no desenvolvimento industrial do polo salineiro, nos anos de 1930 e o fim de 1960 as

salinas solares foram se modernizando, chegando a atingir um crescimento elevado na produção do mineral, e que nos dias de hoje atinge cerca de 95% de produção de todo país (ANDRADE, 1995).

Diante disso, houve o crescimento da ocupação das salinas solares, a produção do mineral cada vez mais avançada, fazendo a região ganhar visibilidade diante de outras áreas do país. A região era propícia a grandes demandas de produção devido aos fatores naturais da região semiárida, em termos climáticos essa zona apresenta: altas temperaturas ( $>28^{\circ}\text{C}$ ), baixa precipitação pluviométrica ( $<800$  mm/ano), altas taxas de evaporação e disponibilidade hídrica (mar e/ou estuário), esses fatores são responsáveis pela alta ocupação dessa AU na área de estudo ( COSTA, 2010; MOREIRA DA SILVA, 2016).

Em seguida vem o ecossistema apicum, que ocupa cerca de 20% do território da bacia, equivalente a 6.100ha, correspondem a vastas áreas desnudadas ou cobertas com vegetação rasa, sendo o ecossistema natural com maior ocupação em toda área de estudo.

Os apicuns estão associados ao manguezal, tendo uma ocupação crescente sobre o ecossistema de manguezal, apresenta uma área considerável devido aos tanques de aquicultura e pelas áreas impactadas do manguezal, áreas degradadas. As ações antrópicas nessa região facilitam no desenvolvimento do ecossistema apicum, sendo áreas de pouca vegetação e que contém elevadas taxas de sal (UCHA, HADLICH, CELINO, 2008).

Os outros quatro ecossistemas (estuário, lagoas, manguezal e carcinicultura), são as áreas úmidas hipersalinas que apresentam dados semelhantes à ocupação da área de estudo. As lagoas apresentam 4.100ha (14%) seguido do manguezal e estuário que ocupam, respectivamente, cerca de 3.900ha (13%) e 3.200ha (11%) da área total. A carcinicultura é uma atividade econômica desenvolvida na região, sendo o ecossistema com menor área da bacia, correspondendo a 1.900ha (6%).

Logo em seguida, foi realizado a classificação dos ecossistemas hipersalinos de acordo com Junk et al. (2014), ele propõem que os sistemas sejam divididos em subsistemas, subclasses e macrohabitat (Quadro 01).

Os sistemas foram classificados em áreas úmidas costeiras e antropogênicas, dividindo as AUs costeiras em subsistemas sujeito aos impactos dos pulsos previsíveis de curta duração de maré e AUs separadas do mar com nível de água variável, apresentando subclasses de AUs marinhas, e em seguida tem os

macrohabitat, que foram todos os ecossistemas hipersalinos identificados no mapeamento.

**Quadro 01 – Classificação das áreas úmidas hipersalinas do complexo estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu (RN).**

<b>SISTEMA</b>	<b>SUBSISTEMAS</b>	<b>SUBCLASSES</b>	<b>MACROHABITAT</b>
AUs costeiras	AUs sujeitas aos impactos dos pulsos previsíveis de curta duração de maré	AUs marinhas	Manguezal
			Apicum
			Estuário
	AUs separadas do mar com nível de água variável		Lagoas
AUs antropogênicas	-	-	Salinas Solares
			Carcinicultura

Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Junk et al. (2015).

Assim de acordo com a classificação de Junk et al. (2015), pode-se relatar os ecossistemas em áreas úmidas costeiras divididas em dois subsistemas: 1) áreas úmidas sujeitas aos impactos dos pulsos previsíveis de curta duração de maré, onde estão introduzidos os macrohabitats de manguezal, apicum, estuário e 2) áreas úmidas separadas do mar com nível de água variável, onde está introduzido apenas as lagoas costeiras.

No sistema de AUs antropogênicas são introduzidos apenas os macrohabitat, não há uma definição para os subsistemas e subclasses. Logo, os macrohabitat presentes na área de estudo são as salinas solares e a carcinicultura. São ecossistemas artificiais, que exerce atividades lucrativas na região, encontrados em áreas de planícies de maré, são ambientes que geram impactos positivos quanto negativos, sejam eles de natureza natural ou socioeconômica (JUNK et al., 2014).

Posteriormente a classificação das áreas úmidas, foram identificados os serviços ecossistêmicos prestados na área de estudo, através da classificação CICES pode-se dividir esses serviços em três classes: provisão, manutenção e/ou

regulação e culturais (Quadro 02). As áreas úmidas hipersalinas proporcionam uma série de benefícios diretos ou indiretamente, sejam eles para benefício do homem como também do próprio ambiente.

**Quadro 02 – Classificação *The Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES).**

<b>CLASSES</b>	<b>DIVISÃO</b>	<b>GRUPOS</b>	<b>SERVIÇOS</b>
Serviços de Provisão	Nutrição	Biomassa (ex. plantas, origem vegeta).	Alimentação local/Gastronomia.
	Materiais	Filtrar	Compostos químicos (óleos, base, cera); madeira e frutos comestíveis.
	Energia	Fontes de energia através da biomassa; Energia mecânica.	Biocombustíveis (biodiesel); Eletricidade.
Serviços de Manutenção e Regulação	Medição de Resíduos.	Biorremediação	Filtro biológico; alimentação para as populações de halobactérias.
	Medição de fluxos.	Fluxo de massa	Estabilização de sedimentos; controle de erosão.
	Manutenção das condições físicas, químicas e biológicas.	Fluxos líquidos; manutenção do ciclo da vida e habitat.	Manutenção do fluxo de água; regulação climática.
Serviços Culturais	Interações físicas e intelectuais com ecossistemas e paisagens terrestre/ marinhas.	Espiritual ou Emblemático.	Remédios naturais.
	Divisão das interações espirituais e simbólicas.	Interações físicas e vivenciais.	Valor paisagístico.
		Interações intelectuais e representativas.	Valor científico; educacional e entretenimento.

Fonte: Adaptado de Haines-young e Potschin (2013).

Os serviços de provisão de acordo com o quadro a seguir, estão subdivididos em: Nutrição, Materiais e Energia, dentro de cada divisão são apresentados grupos. Dentre a divisão “Nutrição”, encontra-se o grupo da biomassa (ex. plantas, origem

vegeta), que proporciona através do ecossistema do manguezal uma alimentação local a comunidade, neste ecossistema encontra-se crustáceos (caranguejos, camarões, siris e lagostas) e moluscos, são espécies responsáveis pela gastronomia da região. Ainda nessa divisão, encontra-se o ecossistema apicum que dispõem de plantas halófitas que são utilizadas como tempero na culinária local.

Na divisão “Materiais”, o grupo tem a função de filtrar, o ecossistema de salinas solares são característicos dessa divisão, encontra-se a *Artemia* sp. que filtra naturalmente a salmoura, além das microalgas que exercem o papel de produzir compostos químicos (ex. óleos e base), propiciando produtos estéticos para a sociedade (DAVIS, 2000). Outro serviço é encontrado nessa divisão, a Carnaúba (*Copernicia prunifera*), localizada em áreas alagadas de planícies, proporciona a cera (retirada de suas folhas), como um produto utilizado no mundo todo. Além de sua madeira que é utilizada para o artesanato, responsável pela confecção de muitos produtos característicos da região. A matéria-prima das salinas e da carcinicultura é a água do mar ou dos estuários, ou seja, sustentável, compatibilizando com a divisão “matérias”.

Já a divisão “Energia”, é subdividida em dois grupos: fontes de energia através da biomassa e energia mecânica. Através das microalgas halofílicas, pode-se produzir biocombustíveis (como o biodiesel), devido elas produzirem glicerol e o  $\beta$ -caroteno. A produção do biocombustível tem um custo elevado, mas existem diversos estudos desde as décadas de 80-90 para que seja financeiramente viável, sendo aplicado em países como Israel e Estados Unidos. No processo de fonte de energia, utiliza-se apenas uma parte da biomassa como matéria-prima para a sua produção, gerando uma quantidade razoável de biomassa residual, que passa a ser aproveitada em decomposições para reciclar os nutrientes (OREN, 2002; AZEREDO, 2012; COSTA, 2013).

Ainda como fonte de energia mecânica, utiliza-se as variações das marés como potencialidades para gerar energia à base de recursos naturais, a partir das dinâmicas das correntes marítimas, ondas e gradientes de salinidade do mar. Diante disso, pode-se obter a eletricidade através da energia cinética, ou seja, do movimento das águas ou pela energia que deriva a partir da diferença do nível do mar entre as marés alta e baixa (ALVES, 2010).

Os serviços de “Manutenção e Regulação” divide-se em: medição de resíduos, medição de fluxo e manutenção das condições físicas, químicas e biológicas. Cada

divisão apresenta um grupo diferente, na primeira divisão encontra-se a biorremediação, na segunda é o fluxo de massa e na terceira são os fluxos líquidos e a manutenção do ciclo da vida e habitat.

O grupo “Biorremediação” consiste em micro-organismos e microalgas realizarem a redução de contaminações no ambiente. Os ambientes com alta salinidade, especificamente as salinas, comportam um microcrustáceo (*Artemia franciscana*), que atua como uma espécie de filtro biológico das salmouras, ocasionando transformações nas substâncias químicas, afetando a interação trófica. Suas vezes são dispersas no substrato bentônico, onde serve de proteico para as populações de halobactérias dos cristalizadores (COSTA, 2013).

Já o grupo “Fluxos de massa” ocorre o controle de taxas de erosão e a estabilidade de sedimentos, isso se dar devido à presença de fragmentos de mangue, esses ambientes prestam serviços ambientais para o equilíbrio e manutenção da vida biótica. Ainda nesse grupo há o transporte de sedimentos pelos rios, estuários até o mar.

A divisão “Manutenção das condições físicas, químicas e biológicas” é dividida em dois grupos: 1) fluxos líquidos, nesse grupo ocorre a manutenção do fluxo de água e a regulação climática, por exemplo, os estuários que são invertidos devido o clima semiárido conter altas taxas de evaporação e pouca precipitação, aumentando assim a salinidade dos estuários. O manguezal também atua no controle de enchentes, os fragmentos ocupam a linha de costa protegendo a população local em épocas de chuvas fortes e 2) manutenção do ciclo da vida e habitat, neste grupo o ecossistema manguezal serve de berçário e refúgios para diversas espécies, muitas delas se reproduzem e dispersam sementes e matéria orgânica, é um ecossistema que atua como equilíbrio biológico.

A classe dos serviços “Culturais” é dividida em: “Interações físicas e/ou intelectuais com ecossistemas e paisagens terrestre/ marinhas” e “Divisão das interações espirituais e simbólicas”. Cada divisão apresenta um grupo, na primeira o grupo é espiritual ou emblemático, que corresponde da utilização das plantas como forma de serviços ecossistêmicos, ou seja, proporcionam através das plantas remédios naturais para a comunidade. O segundo grupo é subdivido em: 1) interações físicas e vivências que utilizam das paisagens, dos animais e das plantas para o bem estar da sociedade e 2) interações intelectuais e representativas, que através do ambiente analisa os ecossistemas, sendo eles objetos de investigação,

ou seja, áreas científicas que resultam em trabalhos acadêmicos como teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e artigos.

No quesito educacional, podem-se utilizar esses ambientes para práticas de educação ambiental, incentivando não só os professores locais a levarem seus alunos como também à comunidade em geral. Em relação à herança cultural podemos listar as salinas artesanais que são repassadas hereditariamente, muitos moradores locais tem apego ao lugar e continuam trabalhando nessas salinas, que até hoje seguem subsistindo como atividade econômica (SILVA, 2015).

No aspecto de entretenimento, auxiliam a saúde física e mental, através da admiração do ambiente, muitas pessoas se sentem bem em observar as paisagens de desertos salinos, dunas, salinas, vegetação, de forma recreativa, admirando a diversidade estético-paisagística, e promovendo o ecoturismo. Além de utilizar estas paisagens como fonte de inspiração para a cultura local, na produção de quadros, pinturas, poemas, fotografias, entre outros.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo procurou mostrar que o complexo estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu apresenta uma grande diversidade de áreas úmidas, partindo da hipótese de que a área de estudo apresenta uma diversidade de AUs apesar da ocupação humana.

Com isso, a metodologia empregada na identificação das AUs mostrou-se satisfatória, possibilitando classificar e identificar os ecossistemas costeiros. Com o uso das geotecnologias foi possível obter os resultados diante dos objetivos traçados, além da utilização da metodologia CICES que possibilitou o enquadramento dos serviços através da sua classificação.

A pesquisa teve como resultado a classificação e identificação das áreas úmidas hipersalinas no complexo estuarino do rio Piancó-Piranhas-Açu, além da identificação dos serviços ecossistêmicos prestados por esses ambientes. A partir da revisão bibliográfica e da utilização de ferramentas de geotecnologias, foram identificados e caracterizados os ecossistemas de manguezal, apicum, estuário, lagoas (ecossistemas naturais), além de atividades econômicas como salinas solares e carcinicultura (ecossistemas artificiais).

As AUs apresentou um total de 30.366ha, sendo o ecossistema das salinas solares responsável pela maior ocupação na área de estudo, com 36% referente a 10.740ha da área total. A atividade salineira no Rio Grande do Norte ganhou muita visibilidade a partir de 1970 formando grandes unidades produtoras, grandes áreas de apicuns foram retiradas para a implantação de tanques (evaporadores e cristalizadores) como também para viveiros de camarões, que ainda é uma atividade econômica que ocupa pouco espaço, a carcinicultura é o ecossistema com menor área de ocupação da área de estudo, com apenas 6% (1.965).

Os serviços ecossistêmicos foram classificados de acordo com CICES, divididos em: provisão, manutenção e regulação, e culturais. Os serviços ecossistêmicos de provisão são aqueles que são provenientes do capital natural que trás bens lucrativos para o homem, são eles: alimentação local/gastronomia, produtos de cosméticos, biocombustível (biodiesel), etc. Os serviços de manutenção e regulação são responsáveis por equilibrar a dinâmica do ambiente, atua como filtro biológico, controle de erosão, estabilidade dos sedimentos, manutenção do fluxo de água, regulação climática, etc.

Já os culturais são responsáveis pelo valor sentimental da sociedade, o apego ao lugar, às culturas e tradições. Atuam na crença da comunidade aos remédios caseiros, na educação e também no âmbito recreativo. É a maneira que a comunidade local consegue expressar seus conhecimentos que foram passados de pai pra filho.

Portanto, nesta monografia foi trabalhada a importância das áreas úmidas, tanto no âmbito ecológico, econômico como também na identificação preliminar dos serviços que elas prestam a comunidade local, a proposta torna-se de fundamental importância, porque há a necessidade de preservar e conservar essas áreas úmidas costeiras, assim espera-se, sobretudo, que essa pesquisa venha a contribuir para o desenvolvimento de estudos mais aprofundados sobre a temática abordada.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. G. B. M.; FERREIRA, T. O.; NÓBREGA, G. N.; ROMERO, R. E.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; MEIRELES, A. J. A.; OTERO, X. L. Soli genesis on hypersaline tidal flats (apicuns ecosystem) in a tropical semi-arid estuary (Ceará, Brazil). **Soil Research**, v. 52, p. 140-154, 2014.

ALVES, J. R. P. **Manguezais: educar para proteger**. Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS, 2001.

ALVES, L. R. **Transformação da energia cinética de um fluxo de água em energia elétrica**. Trabalho de conclusão de curso. Curso de Engenharia de Computação, Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Brasília, 2010.

ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). **Plano de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Açu**. Brasília: ANA, 2014. 312 p.

ANDRADE, D.C, ROMEIRO, A.R. Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”. **Texto para Discussão**, São Paulo, IE/UNICAMP, n. 159, 2009.

ANDRADE, M. C. **O território do sal: a exploração de sal marinho e a produção do espaço geográfico no Rio Grande do Norte**. Natal: UFRN/CCHLA, editora universitária, 1995. p. 73.

ARAÚJO, D. M. **Caracterização do sistema produtivo de sal marinho nas salinas solares artesanais do estado do Rio Grande do Norte**. 2013, 56 f. Monografia (graduação em geografia bacharelado) – Departamento de geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

AZEREDO, V. B. S., **Produção de Biodiesel a partir do cultivo de microalgas: estimativa de custos e perspectivas para o Brasil**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). 2012. 171f. Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético. Rio de Janeiro, 2012.

BAAS-BECKING, L. G. M. Historical notes on salt and salt-manufacture. **Scient. Mon.**, N. Y., v. 32, p. 434-446, 1931.

BONETTI-FILHO, J.; MIRANDA, L. B. Estimativa da descarga de água doce no sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape. **Rev. bras. Oceanografia**, v. 45. n. 1/2, p. 89-94, 1997.

BRASIL. **Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996**. Promulga a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas, conhecidas como Convenção de Ramsar, de 02 de fevereiro de 1971. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1996/D1905.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1905.htm)>. Acesso em: 03 de jan. 2018.

BURGER, M. I. **Situações e ações prioritárias para conservação de banhados e áreas úmidas da Zona Costeira**. Brasília: ANP, 2000.

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. **Especial eletrônica**, v. 10, p. 71-88, 2012.

CASCUDO, L. C. **História do Rio Grande do Norte**. 2 ed. Natal: Fundação José Augusto, 1984. 524 p.

CBH-PIANCÓ-PIRANHAS-AÇÚ. Comitê da bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açú. **A bacia**. Disponível em: <<http://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/site/a-bacia/>>. Acesso em: 22 de setembro de 2017.

COLEMAN, M.J. Carbon Sequestration in Benthic Mats of Solar Ponds. In: **Proceedings of the 9th International Symposium on Salt**. Beijing: Gold Wall Press, 2009, p. 765-775.

COSTA, D.F.S. **Análise fitoecológica do manguezal e ocupação das margens do estuário hipersalino Apodi/Mossoró (RN – Brasil)**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

COSTA, D. F. S.; DE MEDEIROS ROCHA, R.; CÂNDIDO, G. A. Perfil de sustentabilidade e uso dos recursos naturais em salinas solares no estuário do Rio Apodi-Mossoró (RN). In: CÂNDIDO, G. A. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade**: formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande - PB: Editora da Universidade Federal de Campina Grande, 2010, p. 401 - 426.

COSTA, D. F. S. **Caracterização ecológica e serviços ambientais prestados por salinas tropicais**. 2013. 206f. Tese (Doutorado em Ecologia, Biodiversidade e Gestão de Ecossistemas) - Programa de Pós-graduação em Biologia, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro. Aveiro – Portugal, 2013.

COSTA, D. F. S.; SILVA, A. A.; MEDEIROS, D. H. M.; LUCENA FILHO, M. A.; DE MEDEIROS ROCHA, R.; LILLEBO, A. I.; SOARES, A. M. V. M. Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no estado do Rio Grande do Norte (Brasil). **Sociedade & Natureza**, v. 25, n.1, p. 21-34, 2013.

COSTA, D. F. S.; DE MEDEIROS ROCHA, R.; BARBOSA, J.E.L.; SOARES, A.M.V.M.; LILLEBO, A.I. Análise dos serviços ambientais prestados pelas salinas solares. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 41, p. 206-220, 2014a.

COSTA, D. F. S.; DE MEDEIROS ROCHA, R.; CESTARO, L. A. Análise fitoecológica e zonação do manguezal em um estuário hipersalino. **Mercator (Fortaleza)**, v. 13, p. 119-126, 2014b.

COSTA, D. F. S.; BARBOSA, J. E. L.; DE MEDEIROS ROCHA, R.; SOARES, A. M. V. M.; LILLEBO, A. I. Multifactorial analysis of the geochemical characterization in a

Brazilian hypersaline floodplain Brazilian. **Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 18, p. 89-90, 2014c.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, 2014.

DAVIS, J. Structure, function, and management of the biological system for seasonal solar saltworks. **Glob. Nest J.** n. 2, v. 3, p. 217-226. 2000.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Intersciência/FINEP, 2011.

GUEDES, D. R. C. **Identificação dos padrões morfométricos dos ecossistemas aquáticos costeiros no litoral setentrional do Rio Grande do Norte**. 2014. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2014.

GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, 652p.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012** (2013). Disponível em <[http://test.matth.eu/content/uploads/sites/8/2012/07/CICES-V43\\_Revised-Final\\_Report\\_29012013.pdf](http://test.matth.eu/content/uploads/sites/8/2012/07/CICES-V43_Revised-Final_Report_29012013.pdf)>. Acesso em: 08/11/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2d. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 32p.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F; KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; NUNES DA CUNHA, C.; MALTCHIK, L.; SCHÖNGART, J.; SCHAEFFERNOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A. A.; Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Mar. Freshw. Ecosyst.**, v. 24, p. 5-22, 2014.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F; KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; NUNES DA CUNHA, C.; MALTCHIK, L.; SCHÖNGART, J.; SCHAEFFERNOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A. A.; NÓBREGA, R. L. B.; CAMARGO, E. Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável. In: NUNES DA CUNHA, C.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. (Org.) **Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats**. Cuiabá: EdUFMT, 2015. p. 13-82.

KOROVESISS, N.; LEKKAS, T.D. Solar saltworks' wetland function. **Global NEST Journal**, v. 11, n. 1, p. 49-57, 2009.

MAIA, L. P.; LACERDA, L. D. (orgs.). **Estudo das áreas de manguezais do nordeste do Brasil: avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.** Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar. Fortaleza, 2005.

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

MOREIRA DA SILVA, D. E. **Classificação das áreas úmidas costeiras da Zona Estuarina do Rio Apodi-Mossoró (RN).** Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ensino Superior do Seridó, Caicó, 2016.

MUNK, N. **Inclusão dos Serviços Ecosistêmicos na Avaliação Ambiental Estratégica.** 2015. 164f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro/Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, Rio de Janeiro, 2015.

NAHLIK, A. M; KENTULA, M. E; FENNESSY, M. S; LANDERS, D. H. Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. **Elsevier**, v. 77, p. 27-35, 2012.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 421p.

ODUM, E. P. **Ecologia.** 1. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

OREN, A. Biotechnological applications and potentials of halophilic microorganism. In: OREN, A. **Halophilic microorganisms and their environments cellular origin - Life in extreme habitats and astrobiology**, v. 5, n. 3., p. 357-388, 2002.

OREN, A. Saltern evaporation ponds as model systems for the study of primary production processes under hypersaline conditions. **Aquat. Microb. Ecol.**, v. 56, p. 193-204, 2009.

ORTIZ-MILAN, S.M.; DAVIS, J.S. Behavior of the detrimental microorganisms for the solar salt production in the presence of a helpful population of brine shrimp in the ISYSA solar saltworks. In: **Proceedings of the 2nd International Conference on the Ecological Importance of Solar Saltworks.** Merida, 2009.

PIEIDADE, M. T. F.; JUNK, W. J.; SOUZA JR, P. T.; NUNES DA CUNHA, C.; SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F.; CANDOTTI, E.; GIRARD, P. As áreas úmidas no âmbito do Código Florestal brasileiro. In: **Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável.** Brasília: Comitê Brasil, 2012. p. 9-17.

PRITCHARD, D. W. **What is an estuary: physical view point?** In: Lauff G. H. (Ed). Estuaries. Washington, D. C., American Association for the Advance of Science, 1963.

PROST, M. T. (coord.). **Projeto Manguezais paraenses: recursos naturais, usos sociais e indicadores para a sustentabilidade**. Relatório Final. Belém: MCT/Museu Paraense Emilio Goeldi, SECTAM, 2001. CD-ROM. (Programa de Estudos Costeiros, PEC).

RABELO, M. S. **A cegueira do óbvio: A importância dos serviços ecossistêmicos na mensuração do bem-estar**. 2014. 136f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

RAHAMAN, A.A.; AMBIKADEVI, M.; SOSAMMA-ESSO. Biological management of Indian solar saltworks. **7th Symp on Salt**, v. 1, p. 633–643, 2009.

RAMSAR. **The Ramsar Convention Manual: a Guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)**, 4 ed. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat, 2006.

RIBEIRO, L. F.; SOUZA, M. M.; BARROS, F.; HATJE, V. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 14, n. 3, p. 365-383, 2014.

ROCHA JUNIOR, J. M. **Avaliação ecológica-econômica do manguezal de Macau/RN e a importância da aplicação de práticas preservacionistas pela indústria petrolífera local**. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia do Petróleo, Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Natal, 2011.

ROCHA, E. A. **Diversidade funcional em comunidades de peixes lagunares no sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

RUTE DA SILVA, A; COSTA, D. F. S. **Matriz Swot aplicadas nas salinas solares artesanais do Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte**. 1º Encontro Nacional de Planejamento Urbano-Regional no Semiárido. Pau dos Ferros, 2016.

SANTOS, M.C. **Contribuição à gestão das lagoas costeiras: conhecimento tradicional, técnico e científico associado ao manejo dos recursos naturais da Lagoa de Carapebus, parque nacional restinga de Jurubatiba – RJ**. 2008. 135 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) – Centro Federal de Educação Tecnológico de Campos, CEFET, 2008.

SANTOS, P. P. **Evolução econômica do Rio Grande do Norte (Século XVI a XXI)**. 3. ed. Natal: Departamento Estadual de Imprensa, 2010.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÔN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R.; CAMARGO, T. M. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n. 02, p. 204-218, 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum - principais vetores de pressão e as perspectivas para sua conservação e**

usos sustentáveis. Brasília/DF: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, 2005.

SCHETTINI, C. A. F. Caracterização Física do Estuário do Rio Itajaí-açu, SC. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.7, n.1, p. 123-142, 2002.

SILVA, M. C. Estuários – critérios para uma classificação ambiental. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.5, n.1, p. 25-35, 2000.

SILVA, A. R. **Produção artesanal de sal marinho no litoral setentrional do Rio Grande do Norte**. Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ensino Superior do Seridó, Caicó, 2015.

SOARES, G. S.; DOMINGUEZ, J. M. L. Zonas úmidas na planície costeira do rio Itapicuru, litoral norte do estado da Bahia, Brasil: classificação e controles ambientais. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v, 12, n. 2, p. 223-237, 2012.

TAHIM, E. F.; ARAÚJO JUNIOR, I. F. A carcinicultura do nordeste brasileiro e sua inserção em cadeias globais de produção: foco nos APLs do Ceará. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 52 n. 3, 2014.

TRINDADE, S. L. B. **História do Rio Grande do Norte**. Natal: Editora do IFRN, 2010. 281 p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

UCHA, J. M; HADLICH, G. M.; CELINO, J. J. Apicum: Transição entre solos de encosta e de manguezais. **Revista E. T. C.**, V. 5, p. 58-63, 2008.

VALLE-LEVINSON, A. Definition and classification of estuaries. In: \_\_\_\_\_ (Org.). **Contemporary issues in estuarine physics**. Cambridge University Press, 2010. p. 1-11.

WHETSTONE, J. M.; TREECE, G. D.; BROWDY, C. L.; STOKES, A. D. Opportunities and Constraints in Marine Shrimp Farming. **SRAC**, n. 26, p. 1-8, 2002.

ZEDLER, J. B. Wetlands at your service: reducing impacts of agriculture at the watershed scale. **Frontiers in the Ecology and the Environment**, v. 1, n. 2, p. 65-72, 2003.