



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
DOUTORADO EM CIÊNCIA ANIMAL

ROGÉRIO TAYGRA VASCONCELOS FERNANDES

**ATIVIDADE SALINEIRA EM MANGUEZAIS DO SEMIÁRIDO: IMPACTOS
AMBIENTAIS E REFLEXOS ECONÔMICOS DA RECUPERAÇÃO OU
COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DEGRADADAS**

MOSSORÓ
2019

ROGÉRIO TAYGRA VASCONCELOS FERNANDES

**ATIVIDADE SALINEIRA EM MANGUEZAIS DO SEMIÁRIDO: IMPACTOS
AMBIENTAIS E REFLEXOS ECONÔMICOS DA RECUPERAÇÃO OU
COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DEGRADADAS**

Tese apresentada ao Doutorado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção e Conservação Animal no Semiárido

Orientador: Prof. Dr. José Luís Costa Novaes

MOSSORÓ

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

V363a Vasconcelos Fernandes, Rogério Taygra.
ATIVIDADE SALINEIRA EM MANGUEZAIS DO
SEMIÁRIDO: IMPACTOS AMBIENTAIS E REFLEXOS
ECONÔMICOS DA RECUPERAÇÃO OU COMPENSAÇÃO AMBIENTAL
DAS ÁREAS DEGRADADAS / Rogério Taygra Vasconcelos
Fernandes. - 2019.
99 f. : il.
Orientador: José Luís Costa Novaes.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal, 2019.
1. Áreas de Preservação Permanente . 2.
Ecossistema. 3. Estuário. 4. Sal. 5. Salinas. I.
Costa Novaes, José Luís, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ROGÉRIO TAYGRA VASCONCELOS FERNANDES

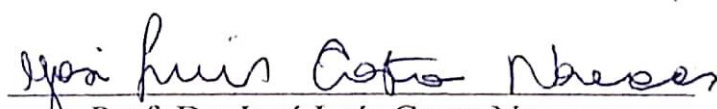
**ATIVIDADE SALINEIRA EM MANGUEZAIS DO SEMIÁRIDO: IMPACTOS
AMBIENTAIS E REFLEXOS ECONÔMICOS DA RECUPERAÇÃO OU
COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DEGRADADAS**

Tese apresentada ao Doutorado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

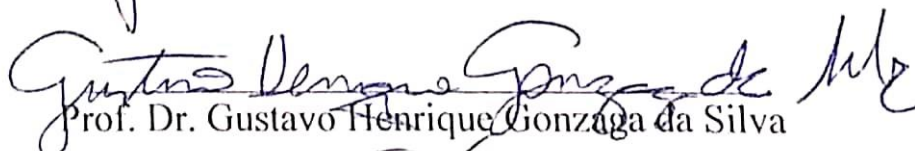
Linha de Pesquisa: Produção e Conservação Animal no Semiárido

Defendida em:

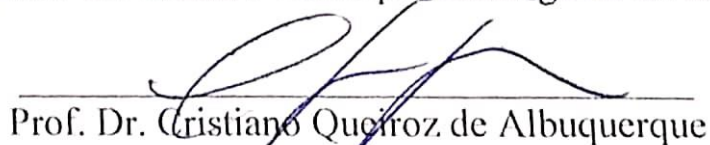
BANCA EXAMINADORA



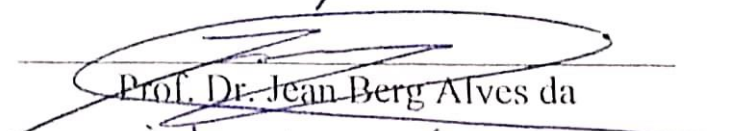
Prof. Dr. José Luís Costa Novaes



Prof. Dr. Gustavo Henrique Gonzaga da Silva



Prof. Dr. Cristiano Queiroz de Albuquerque



Prof. Dr. Jean Berg Alves da



Prof. Dr. Nildo da Silva Dias

AGRADECIMENTOS

Se uma catástrofe acontecesse hoje e me perguntassem o que eu salvaria desta tese, os artigos ou os agradecimentos, responderia sem titubear: os agradecimentos. Não me entendam mal, não é que eu não goste deste trabalho, pelo contrário, o que entrego aqui escrito é o resultado de muitos anos de dedicação sobre um tema que mesmo sem que eu percebesse se tornou parte do que sou.

Essa tese não começou há quatro anos, mas muito anos antes. Entrei pela primeira vez em uma salina quando tinha 07 anos de idade (exatamente no dia em que completei 07 anos de idade) levado pelas mãos de meu pai Rogério Jacinto de Oliveira Fernandes. Retornaria muitos anos depois, já como aluno do curso de Engenharia de Pesca, mais uma vez ao lado do meu pai. Os anos se passaram e junto com as salinas vieram os manguezais, os apicuns, as questões ambientais, os problemas, os desafios, a aprendizagem, os amigos, e cito aqui pessoas por quem tenho verdadeira estima e admiração como Antônio Veras, Djalma, Eduardo Medeiros, Gildásio, Eduardo Filgueira, Edmur Rosado Filho, Gilvan, Zé, Tasso Rosado (*in memoriam*) e Milton Marques Medeiros (*in memoriam*), pessoas cuja a humildade e generosidade em compartilhar conhecimento fazem inveja a qualquer professor.

Pela primeira vez em minha vida não terei meu pai em um grande momento (e sim, por mais que eu queira negar, esse é um grande momento), e isso tem machucado mais do que eu imaginava. Por isso, escrever esses agradecimentos, que para mim simbolizam o fim desta trilha, é tão difícil e ao mesmo tempo tão valioso.

Agradeço a minha irmã, Thyciana Vasconcelos Fernandes, que foi minha tutora, crítica e colaboradora mesmo nos momentos mais difíceis, quando quis jogar tudo para o alto (coisa que acontecia pelo menos uma vez por semana). Tenho o prazer e orgulho em dizer que esta tese foi escrita a 4 mãos. A você eu não só agradeço como dedico esta tese, e sei que meu pai, de onde estiver, não poderia estar mais feliz com isso. É como eu te disse “baby”, no final, seremos nós 2 contra o mundo. Pior para o mundo.

Agradeço a minha mãe Rusenilda Vasconcelos, a mulher mais forte que já conheci. É comum falarmos dos sacrifícios que nossos pais fizeram por nós, mas me permitam relatar uma

situação específica da qual me recordo. Anos atrás, quando a situação financeira da família não estava boa, e a mensalidade da escola onde eu minha irmã estudávamos estava atrasada, algumas pessoas recomendaram que ela nos colocasse na escola pública. O que ela fez? Foi até os donos da escola e propôs trabalhar como empregada doméstica em troca da mensalidade, para garantir que teríamos educação de qualidade. Em tempos onde muito se discute sobre gênero e os papéis do homem e da mulher na sociedade, eu vos digo, gostaria de ser metade do homem que minha mãe é.

Agradeço a minha esposa Aruza Rayana, com quem divido todos os momentos (bons e ruins) há mais de 12 anos. Eu amo a sua falta de juízo, sua agonia, seu cheiro...ter encontrado você foi uma das melhores coisas da minha existência. Eu torço para que este encontro se repita muitas e muitas vezes.

Agradeço a minha filha Melina Vasconcelos e meu irmão mais novo Vinicius Vasconcelos. Ter vocês ao meu lado me mostra que a vida ainda pode ser boa, e que vale a pena continuar lutando para ser uma pessoa melhor.

Agradeço aos meus primos Rafael, Ronaldo, Bruno, Ramiro e Segundo. Poucas pessoas podem se gabar de ter os mesmos melhores amigos durante a vida toda. Não importa quantos títulos, cargos ou dinheiro nós conquistamos, ao final, seremos sempre os meninos que corriam descalço na rua e que comeram uma galinha preta (só para iniciados) e isto para mim é um motivo de orgulho.

Agradeço ao meu orientador, José Luís Costa Novaes, sem o qual este trabalho não seria possível. Sua ética de trabalho, paciência, compreensão e dedicação à universidade foram para mim um exemplo. Poder conviver e aprender com o senhor foram para mim uma oportunidade única.

Agradeço aos meus conselheiros, os professores Gustavo Gonzaga, Cristiano Albuquerque, Jean Berg e Nildo Dias, pela valiosa contribuição à essa tese, bem como à minha formação profissional.

Agradeço ao colegas, em especial Jônnata Fernandes, professores, técnicos, alunos e a Universidade Federal Rural do Semi-Árido por todo o aprendizado durante essa jornada.

“... Muitos anos depois, em frente ao pelotão de fuzilamento, o coronel Aureliano Buendía haveria de recordar aquela tarde remota em que seu pai o levou a conhecer o gelo...”

Gabriel Garcia Márquez

RESUMO

A região da Costa Branca brasileira, ou Zona Salineira, é hoje uma área de típica situação de conflito envolvendo um importante setor econômico, a produção de sal e um dos mais produtivos ecossistemas costeiros, os manguezais. Nesse contexto, estudos que possam avaliar os reais impactos ambientais envolvidos na produção de sal em áreas de manguezais, bem como, os impactos econômicos da recuperação dessas áreas degradadas ou da compensação ambiental pelo seu uso, tornam-se uma importante ferramenta para pesquisadores, empresários, órgãos ambientais regulamentadores e fiscalizadores, e a sociedade. Assim, objetivou-se avaliar os impactos ambientais da atividade salineira em manguezais do semiárido potiguar, bem como, os efeitos e reflexos econômicos da recuperação ou compensação ambiental das áreas degradadas, por essa atividade. Para tanto, os estudos foram desenvolvidos na área de influência de uma salina, no estuário do Rio das Conchas, RN, onde foram analisadas as duas principais etapas de um empreendimento salineiro: instalação e operação, e no estuário do rio Apodi/Mossoró, através do mapeamento da classe de uso do solo nas APP's desse estuário, onde avaliou-se o impacto econômico através da atribuição de valores para cada tipo de uso do solo mediante a criação de 4 cenários. A partir de então, determinou-se o Custo de Oportunidade (CO) para cada cenário, sendo considerado o modelo mais vantajoso o que obteve o menor valor. Num estudo complementar, 27 salinas instaladas na região da Costa Branca brasileira foram avaliadas quanto à ocupação de APPs, e estimados os valores da Compensação Ambiental (CA) e o Impacto Econômico (IE) da desocupação dessas áreas. Foi possível comprovar a ocupação e degradação de áreas de manguezais na área onde hoje está instalada a salina no rio das Conchas, que teve uma área de 1.151,57 hectares desmatadas com vegetação de mangue, enquanto durante a fase operacional, a salinidade média manteve-se acima dos 30,00‰, caracterizando o ambiente como salino, o que é aceitável para esse estuário. Os solos das APP's foram ocupados majoritariamente pelas Salinas (variando entre 10% e 43%), ao passo que a estimativa de recuperação de toda essa área ocupada propiciaria um impacto negativo sobre a economia local e nacional. Em contrapartida, a CA total estimada foi de R\$ 5.937.282,00, enquanto o IE decorrentes da desocupação das APP pelas salinas foi estimado em R\$ 12.644,48/ha, e uma perda de receita combinada total de R\$ 375.369.142,86. Para todos os empreendimentos avaliados o valor correspondente a CA foi menor que o Impacto Econômico resultante da desocupação das APP. Diante dos resultados obtidos, evidencia-se que a recuperação, ou compensação das áreas degradadas, e o controle da vazão de lançamento de efluentes, associado à busca por técnicas de tratamento ou reúso do mesmo, devem ser incentivadas. Tais medidas possibilitariam o desenvolvimento da atividade salineira de forma sustentável, visto que a produção de sal possui grande relevância no aspecto socioeconômico local e nacional.

Palavras-chave: Áreas de Preservação Permanente. Ecossistema. Estuário. Sal. Salinas.

ABSTRACT

The Brazilian White Coast region, or solar saltworks zone, is today an area of typical conflict situation involving an important economic sector, salt production and one of the most productive coastal ecosystems, mangroves. In this context, studies that can evaluate the real environmental impacts involved in salt production in mangrove areas, as well as the economic impacts of the recovery of these degraded areas or of environmental compensation through their use, become an important tool for researchers, entrepreneurs, environmental regulatory organizations. Thus, the objective was to evaluate the environmental impacts of the saline activity in mangroves, as well as the impacts and economic consequences of the recovery or environmental offsets of the degraded areas. The studies were carried out in the saltworks area of the estuary of Rio das Conchas, RN, where the two main stages of a saltworks enterprise were analyzed: installation and operation, and in the Apodi/Mossoró estuary, through of the land use class mapping in the Permanent Preservation Areas (PPAs) of this estuary, where the economic impact was determined by assigning values for each type of land use through the creation of 4 scenarios. From then on, the Opportunity Cost (OC) was determined for each scenario, being considered the most advantageous model that obtained the lowest value. In a complementary study, 27 salinas installed in the Brazilian White Coast region were evaluated for the occupation of PPAs, and estimated the Environmental Offsets (EO) and Economic Impact (EI) values of vacant areas. It was possible to verify the occupation and degradation of mangrove areas in the area where saltworks is currently installed in the Conchas River, which had an area of 1,151.57 hectares deforested with mangrove vegetation, while during the operational phase, the average salinity remained above of 30,00‰, characterizing the environment as saline, which is acceptable for this estuary. The lands of the PPAs were occupied mainly by the solar saltworks (varying between 10 and 43%), while the estimate of recovery of all this occupied area would have a negative impact on the local and national economy. On the other hand, the total EO estimated was US\$ 1,530,227.32, while IE resulting from the vacancy of the PPA by the saltworks was estimated at US\$ 3,258.88/ha, and a total combined revenue loss of US\$ 96,744,624.45 For all the evaluated enterprises the value corresponding to EO was lower than the Economic Impact resulting from the vacancy of the PPA. In view of the obtained results, it is evident that the recovery or compensation of the degraded areas and the control of the effluent discharge rate, associated to the search for treatment or reuse techniques, should be encouraged. Such measures would enable the development of salt activity in a sustainable way, since the salt production has great relevance in the local and national socioeconomic aspect.

Keywords: Ecosystem. Estuary. Permanent Preservation Areas. Salt. Solar Saltworks

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	12
2.1.Objetivo Geral	12
2.2.Objetivos Específicos	12
3. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
3.1.Manguezais: importância e Proteção legal	13
3.2. Atividade salineira	19
3.3.Impactos da produção de sal sobre o manguezal.....	23
3.4.Avaliação de impactos ambientais.....	26
3.5.Alternativas para atenuação do conflito.....	31
3.6.Referências.....	36
4. IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE SALINEIRA SOBRE O ECOSSISTEMA MANGUEZAL: UM ESTUDO DE CASO.....	44
4.1. Introdução.....	45
4.2.Material e Métodos.....	46
4.3.Resultados e Discussão.....	49
4.4.Conclusão.....	58
4.5.Referências.....	58
5. ESTIMATIVA DOS EFEITOS ECONÔMICOS DA RECUPERAÇÃO DOS MANGUEZAIS OCUPADOS POR SALINAS.....	62
5.1.Introdução.....	63
5.2.Material e Métodos.....	65
5.3.Resultados e Discussão.....	68
5.4.Conclusão.....	76
5.5.Referências.....	76
6. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL COMO ALTERNATIVA À DESOCUPAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PELA INDÚSTRIA SALINEIRA.....	79
6.1.Introdução.....	80
6.2.Material e Métodos.....	82
6.3.Resultados e Discussão.....	88
6.4.Conclusão.....	94
6.5.Referências.....	95
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99

1. INTRODUÇÃO

A região da Costa Branca brasileira, ou Zona Salineira, é hoje uma região de conflito envolvendo um importante setor econômico, a produção de sal e um dos mais produtivos ecossistemas costeiros, os mangues. A existência desse conflito demonstra que diferentes setores da sociedade, com visões diversificadas, estão se contrapondo por buscar a satisfação de suas necessidades, decorrentes do choque de interesses entre o desenvolvimento socioeconômico e a proteção ambiental (PINTO et al., 2014).

Embora, à primeira vista, o tema pareça uma questão local, um estudo mais detalhado do problema nos apresenta uma situação de importância nacional, pois envolve a maior área produtora de sal do país, responsável por nada menos que 95% da produção brasileira, e os manguezais, ecossistemas essenciais para manutenção da biodiversidade costeira e protegidos por força de lei.

Os manguezais são ecossistemas que ocorrem em regiões costeiras abrigadas como estuários, baías e lagunas, e apresentam condições propícias para alimentação, proteção e reprodução para muitas espécies animais, uma vegetação única, sendo considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços (SILVA et al., 2005). É também, reconhecido por sua relevância ecológica, socioeconômica e por participar da dinâmica geoambiental nos ambientes litorâneos, cuja, evolução depende dos fluxos de matéria e energia associados aos processos hidrodinâmicos derivados das oscilações de marés, vinculando trocas proporcionadas pela interação e interdependência entre os componentes do manguezal e de ecossistemas adjacentes (HADLICH et al., 2009). Por sua vez, a atividade salineira possui indiscutível relevância econômica, social e cultural para a região desde o período da colonização portuguesa, sendo responsável pela geração de milhares de empregos diretos e indiretos e pelo recolhimento de milhões de reais anuais em impostos (DINIZ et al., 2015).

Nesse contexto, é importante ressaltar que estudos que possam avaliar os reais impactos ambientais envolvidos na produção de sal em áreas de manguezais, bem como, os impactos econômicos da recuperação dessas áreas degradadas ou da compensação ambiental pelo seu uso, tornam-se uma importante ferramenta para pesquisadores, empresários, órgãos ambientais regulamentadores e fiscalizadores e a sociedade.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar os impactos ambientais da atividade salineira em manguezais do semiárido potiguar, bem como, os efeitos e reflexos econômicos da recuperação ou compensação ambiental das áreas degradadas.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar os impactos ambientais, através de um estudo de caso, da instalação de uma salina sobre o manguezal.
- Mapear a ocupação de solo pela indústria salineira em Áreas de Preservação Permanentes.
- Estimar o efeito econômico decorrente da recuperação de áreas de manguezal ocupadas por salinas.
- Avaliar o Custo de Oportunidade da Compensação Ambiental como alternativa à desocupação de Áreas de Preservação Permanentes pela atividade salineira.
- Contribuir para a gestão ambiental dos recursos naturais a partir da incorporação de sua capacidade de provisão e auxiliar no processo de tomada de decisão por parte dos gestores públicos.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

3.1. MANGUEZAIS: IMPORTÂNCIA E PROTEÇÃO LEGAL

3.1.1. O ecossistema de manguezal e sua importância

Manguezais são ecossistemas costeiros típicos da zona entre marés de regiões tropicais e subtropicais, caracterizados pela variação diária do nível da água, constituindo um ambiente de transição entre o ambiente aquático marinho e o continente, onde há predominância de um tipo específico de vegetação lenhosa (Figura 1) conhecida popularmente como mangue (BARBIER, 2007; BELARMINO et al., 2014).



Figura 1. Manguezal da região da Costa Branca brasileira. Fonte: Autoria própria.

O manguezal é um dos ambientes mais dinâmicos do planeta, já que, pela natureza de seus componentes, são encontrados todos os elos da cadeia alimentar (PEREIRA et al., 2006).

Segundo Fernandes (2012), os manguezais são reconhecidos por sua alta produtividade biológica e por desempenhar funções ecológicas básicas e de grande relevância, gerando diversos benefícios, inclusive econômicos, para o homem. De acordo com a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (2005), estas benesses produzidas pelos ecossistemas são denominadas serviços ecológicos, ou serviços ecossistêmicos, e tem se tornado cada vez mais o centro da discussão sobre a gestão dos recursos naturais (ANDRADE; ROMEIRO, 2009; SANTOS; SILVA, 2012).

3.1.2. Serviços Ecossistêmicos dos Manguezais

Sabe-se que os manguezais prestam inúmeros serviços ecossistêmico, sejam diretos ou indiretos. Segundo Jericó-Daminello et al. (2018), tradicionalmente, os serviços ecossistêmicos são divididos em quatro categorias, cada uma reunindo os serviços de acordo com o tipo de benefício:

- **Serviços de provisão:** são aqueles que geram fluxos de materiais ou produtos, como água doce, alimentos, recursos medicinais e outras matérias primas diretamente utilizáveis pela sociedade;

- **Serviços de regulação:** são benefícios obtidos a partir da regulação natural de processos ecossistêmicos, como a polinização, regulação da qualidade do ar e do solo, controle de inundações e de pragas;

- **Serviços de suporte:** são aqueles que promovem a existência de todos os outros serviços ecossistêmicos. A existência de habitats para espécies e diversidade genética são exemplos de serviços de suporte;

- **Serviços culturais:** são benefícios não materiais que pessoas obtêm a partir do contato e experiências com o ambiente natural em atividades recreativas, tradicionais e de turismo, obtendo inspiração, diversão e experiências espirituais.

Nesse contexto, quanto aos serviços de provisão, os manguezais proporcionam alimentos como peixes, caranguejos (Figura 2), ostras e mariscos diversos, que contribuem tanto para a subsistência quanto para a renda de populações locais (PRATES, 2012), beneficiando também consumidores de diversas regiões. Para muitas comunidades ribeirinhas e vilas de pescadores (Figura 3), os produtos ali coletados são as únicas fontes de proteína de sua alimentação (UNEP, 2014).

Os manguezais também são responsáveis pela provisão de água doce, através da recarga de aquíferos (SEEHUSEN et al., 2011) e manutenção da qualidade dessas águas (BARBIER et al., 2008; SEEHUSEN et al., 2011). A capacidade de retenção de sedimentos, minerais e contaminantes nestes ecossistemas é enorme devido à alta eficiência de filtração de suas espécies vegetais. Isso se dá por estas espécies estarem adaptadas a grandes variações de salinidades, compostos e sedimentos provindos dos rios e oceanos. Assim, a qualidade dessas águas, baixa turbidez e provisão são promovidas quando há presença de ecossistemas de manguezais saudáveis (UNEP, 2014; JERICÓ-DAMINELLO et al., 2018).



Figura 2. Caranguejo em manguezal da Costa Branca brasileira. Fonte: Autoria própria



Figura 3. Presença de pescadores no estuário do Rio Apodi-Mossoró. Fonte: Autoria própria

Esse ecossistema atua como importante produtor primário do ambiente marinho, transformando nutrientes minerais em matéria orgânica vegetal (fitomassa), que além de prover sustento para a base de teias alimentares costeiras, geram bens e serviços ecossistêmicos sem custos para os usuários ribeirinhos (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2012).

Por sua vez, quanto aos serviços ecossistêmicos de regulação, os manguezais acabam de ter reconhecida sua função como componente chave no ciclo do carbono atmosférico, sendo considerado dentre as florestas tropicais como a mais rica em carbono (DONATO et al., 2011), tanto na estrutura arbórea quanto no sedimento, atuando como reservatório deste elemento. Suas árvores estabilizam sedimentos entre suas raízes e troncos, aprisionando poluentes, prevenindo que estes contaminem as águas costeiras adjacentes. Servem, ainda, de “cortina-de-vento” atenuando os efeitos de tempestades nas áreas costeiras, como, também, abrandam a energia das ondas e das marés (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2012).

As áreas dos manguezais, e seus recursos ali presentes, prestam serviços ecossistêmicos de suporte pois são utilizados por diferentes seres vivos ao longo de suas vidas (Figura 4) ou em períodos específicos (FONSECA; DRUMMOND, 2003; PRATES et al., 2012). Há ainda seres vivos que fazem migrações diárias para os manguezais, em busca de alimento e abrigo (UNEP, 2014).



Figura 4. Presença de ninho de aves marinhas em vegetação de manguezal. Fonte: Autoria própria.

Por estar localizado numa área de transição, recebe sedimentos e nutrientes de diferentes ambientes e por sua alta capacidade de sedimentação e filtração, os manguezais apresentam aportes consideráveis de nutrientes que promovem a existência de grande biodiversidade. As diversas espécies participam de complexas redes ecológicas que podem coexistir em ecossistemas relacionados, como o marinho (JERICÓ-DAMINELLO et al., 2018).

Entre os principais serviços ecossistêmicos culturais prestados pelos manguezais estão a recreação e ecoturismo. Por serem áreas de expressiva biodiversidade, intensa conexão entre ecossistemas e áreas de encontros de espécies, manguezais atraem apreciadores da vida selvagem, em especial os observadores de pássaros. Além disso, permite a interação e observação de como os sistemas terrestres, marinhos e fluviais se relacionam e se influenciam, permitindo um equilíbrio entres estes ecossistemas, intensa biodiversidade e o bem-estar de diversas pessoas (UNEP, 2014; JERICÓ-DAMINELLO et al., 2018).

Convém acrescentar que os ecossistemas manguezais são a base da economia de muitas regiões tropicais costeiras, uma vez que garantem a produção de alimento e renda para populações pesqueiras e desempenham um relevante papel econômico para a sociedade como um todo (BARBIER, 2007; NAGELKERKEN et al., 2008; WALTERS et al., 2008; ALONGI, 2014; LEE et al., 2014; DUKE; SCHMITT, 2015). Wells et al. (2006) reportaram que o quilômetro quadrado (km²) de manguezal teve seu valor anual estimado entre 200 mil e 900

mil dólares americanos. Cabe ainda destacar que os manguezais também sustentam inúmeras atividades extrativistas artesanais.

Embora a importância desse ecossistema seja indiscutível, observa-se em todo o mundo uma clara tendência de degradação dos manguezais, sendo reportado uma perda de 30-50% da área nos últimos 50 anos, o que resulta no risco de extinção de aproximadamente 40% das espécies de animais restritas aos manguezais (LUTHER; GREENBURG, 2009; DONATO et al., 2011). Corroborando com essa observação, Duke et al. (2007) afirmam que nesse ritmo, em 100 anos os manguezais serão reduzidos a áreas tão pequenas que sua funcionalidade será perdida.

O Brasil possui a terceira maior área de manguezal do mundo, com aproximadamente 25.000 km², no entanto, a forte pressão antrópica fruto, principalmente, da carcinocultura, expansão imobiliária e a extração de sal marinho propiciou uma taxa de degradação dos manguezais de até 0,3% no período compreendido entre 1980 a 2005 (FERNANDES, 2012). Por sua vez, a degradação dos manguezais no Estado do Rio Grande do Norte oscila entre moderada à intensa (IDEMA, 2014), e as causas desta degradação incluem constantes pressões decorrente dos despejos industriais e domésticos sem qualquer tratamento; desmatamentos para a expansão urbana; expansão da atividade de carcinocultura; e, especialmente, ocupação das áreas de mangue pelas salinas (MEDEIROS et al., 2014).

3.1.3. Instrumentos de proteção legal aplicados aos manguezais

A existência de instrumentos legais de proteção aos manguezais data do período da colonização do Brasil. Inicialmente, visto como uma fonte de lenha e tanino (VANUCCI, 1999), exportado para a Europa como matéria prima utilizada no tingimento de tecidos e para curtir o couro, a vegetação de mangue vermelho teve seu corte e queima proibidos pela Carta Régia de 1743 e o alvará com força de lei de 1760, que punia com multa e/ou prisão, qualquer pessoa que cortasse mangue sem antes ter retirado sua casca para aproveitamento da substância (BRANDÃO, 2011).

Seguindo a linha cronológica, a Lei N° 3.979/19, do período da chamada república velha, tratava das condições de uso e valores de imóveis que possuíssem ou estivessem inseridos em áreas de manguezais, proibindo que fossem realizados apossamentos ou aterramentos destas áreas.

Por sua vez, o Decreto 23.793 de 1934, que instituiu o primeiro Código Florestal, teve como pano de fundo a expansão cafeeira no Sudeste, que ao substituir as florestas por

plantações, dificultava o acesso e encarecia o transporte de lenha. Como solução, o decreto obrigava os donos de terras a manterem 25% da área de seus imóveis com a cobertura de mata original (denominada quarta parte), e visava impedir os efeitos sociais e políticos causados pelo aumento do preço e/ou pela falta da lenha. Segundo a lei, não importava o tipo de vegetação, nem tampouco a localização destas áreas preservadas.

Na verdade, a retirada total das matas nativas era incentivada desde que pelo menos os 25% de reserva de lenha fossem replantados, não havendo preocupação de caráter ecológico, apenas a garantia de produção de madeira para lenha e carvão. Quanto ao teor preservacionista, destaca-se a criação da figura das “florestas protetoras”, dentre elas os manguezais, com o intuito de garantir a saúde de rios e lagos e áreas de risco como encostas íngremes, que mais tarde daria origem ao conceito de áreas de preservação permanente (APPs).

O código florestal de 1934 só viria a ser reformulado em 1965 por meio da lei 4.771 e, desta vez, trazia reais preocupações com a conservação ambiental e seus impactos sobre o bem-estar comum. Vem desta lei o reconhecimento das florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação natural como bens de interesse comum a todos os habitantes, e ainda estabelece como sendo de preservação permanente, as florestas situadas nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues.

Quarenta e sete anos após sancionado o Código Florestal de 1965, foi sancionada em 25 e maio de 2012 a Lei Federal Nº 12.651, mais conhecida como Novo Código Florestal, que deu aos manguezais, em toda sua extensão, o status Áreas de Preservação Permanente (APP). As APP's são definidas pela referida lei como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Embora o reconhecimento dos manguezais como APP assegure, legalmente, a estes ecossistemas proteção total contra atividades que possam resultar em sua degradação, na prática, os manguezais continuam sendo degradados, por uma série de processos impactantes, destacando-se a especulação imobiliária, a carcinocultura, e o lançamento de poluentes (SANTOS et al., 2016). Dessa forma, evidencia-se a necessidade de medidas que conscientizem e eduquem a população sobre a importância desse ecossistema e aplicação de medidas mais enérgicas de combate à sua degradação.

3.2. ATIVIDADE SALINEIRA

3.2.1. Produção de sal e sua importância econômica

A extração de sal é uma das atividades de mineração mais antigas e importantes da humanidade, sendo desenvolvida desde a pré-história até os dias atuais (KURLANSKY, 2010). No Brasil, a exploração do sal está diretamente ligada ao período da colonização portuguesa (TRINDADE; ALBUQUERQUE, 2005; VITA et al., 2007; SANTOS, 2010; COSTA et al., 2013; DINIZ et al., 2015).

Durante o levantamento cartográfico realizado no ano de 1603, o Capitão Pero Coelho de Souza reportou que a região costeira compreendida entre os atuais estados de Pernambuco e Maranhão, se prestava unicamente para a exploração de sal. Por sua vez, Frei Vicente de Salvador afirmou em sua obra, intitulada *História do Brasil* (publicada em 1627), que no Brasil fazia-se sal não só em salinas artificiais, mas também em salinas naturais (MOURA, 2003).

Uma salina artificial (Figura 5) é composta por imensos tanques escavados em terra, conectados entre si, por onde a água captada (com salinidade média de 35g/l) é gradualmente evaporada enquanto circula por ação da gravidade ou por meio do uso de moto-bombas, até atingir o ponto de supersaturação do Cloreto de Sódio (entre 260 e 280 g/l), quando então ocorre a precipitação do sal, seguida de sua colheita e estocagem (DAVIS, 2000; DE MEDEIROS et al., 2012). A figura 6 apresenta o fluxo de produção normalmente empregado em uma salina.



Figura 5. Vista de uma salina artificial mecanizada na região da Costa Branca brasileira.

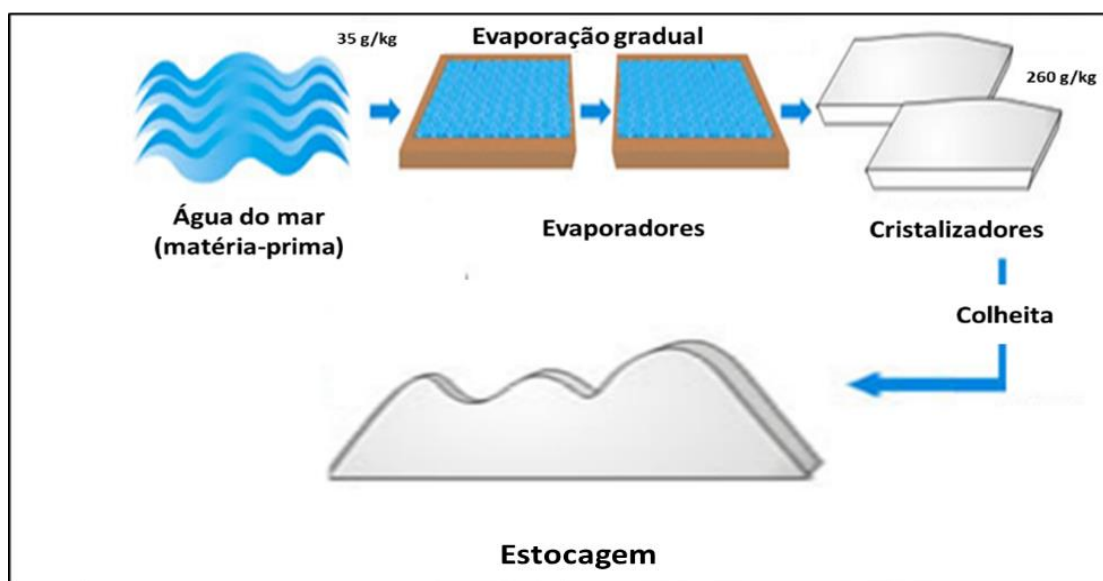


Figura 6. Etapas do processo de produção de sal em uma salina artificial. Fonte: Autoria própria.

As salinas as quais os relatos históricos fazem referência estavam situadas ao longo da costa da capitania do Rio Grande (atual Estado do Rio Grande do Norte e parte do atual Estado do Ceará), formando-se em grandes várzeas onde a água do mar era represada e cristalizava-se naturalmente (TRINDADE; ALBUQUERQUE, 2005; COSTA et al., 2013). Nos dias de hoje essa região é conhecida como “Território do Sal” ou “Zona Salineira” ou “Costa Branca” e compreende os estuários dos rios Apodi-Mossoró, Piranhas-Açú e Galinhos Guamaré, que respondem por praticamente toda a produção de sal do país.

A vocação desta região para produção de sal é o resultado da combinação de múltiplas condicionantes naturais, como as altas temperaturas, ventos secos, intensa evaporação, prolongada estação de estiagem e extensas áreas alagáveis (Figura 7). Esses fatores são determinantes para que a produção de sal seja tecnicamente possível e economicamente viável (DINIZ; VASCONCELOS, 2017), tornando-se uma parte significativa da economia do Rio Grande do Norte, com produção anual de cinco a seis milhões de toneladas de sal, e 70 mil empregos gerados, direta ou indiretamente (SIESAL, 2016).



Figura 7. Vista da forte radiação solar sob pilhas de sal na região da Costa Branca brasileira. Fonte: Autoria própria.

O sal é considerado uma das matérias-primas fundamentais para a indústria química nacional, que é responsável pelo consumo de 60% da produção total deste mineral. Para além disso, cerca de 30% do sal é usado na alimentação (direta e indiretamente) e o restante é aplicado em atividades e setores como o tratamento de águas, e na produção agropecuária (DINIZ et al, 2015). Dentro da indústria, a aplicação do sal é altamente diversificada, e vai desde produção de artigos menos processados, como conservas, panificação, laticínios, couros e peles até a indústria química mais elaborada, como a produção têxtil, de plásticos, indústria metalúrgica e medicamentos. Destaca-se também a exportação do sal para países de clima temperado, como Estados Unidos da América, Canadá e Europa, que o utilizam para derreter o gelo que se acumula nas estradas durante o inverno (SIESAL, 2016).

Além de sua relevância como matéria-prima para indústria, o sal cumpre uma importante função na defesa sanitária nacional. Na década de 50, cerca de 20% da população brasileira sofria de doenças relacionadas à deficiência de iodo, também chamadas de Distúrbios por Deficiência de Iodo – DDI. Como estratégia para suprir a necessidade de iodo pelas populações,

desde o ano de 1953, por meio da Lei nº 1.944, é obrigatória a iodação de todo o sal destinado ao consumo humano, estratégia que tem se mostrado exitosa e, segundo dados do Ministério da Saúde, depois de quase seis décadas de intervenção, se observa uma significativa e benéfica redução na prevalência de DDI no Brasil, caindo de 20,7% em 1955 para 1,4% no ano 2000 (ANVISA, 2014).

3.3. IMPACTOS DA PRODUÇÃO DE SAL SOBRE O MANGUEZAL

Por usar a água do mar como matéria prima, e depender de condições climáticas específicas, as salinas são construídas, normalmente, às margens de estuários e baías de regiões áridas e semiáridas, resultando na ocupação e degradação de grandes áreas de manguezal. Em Moçambique, por exemplo, a construção de salinas ocupa o segundo lugar dentre as atividades humanas que mais contribuem para o desmatamento dos manguezais, ficando atrás somente da carcinocultura (BARBOSA, 2001).

No Brasil, embora a produção salineira seja secular e exista farta documentação sobre a ocupação da zona costeira por esta atividade, estudos que avaliem seus impactos ambientais são escassos (BEZERRA; BATISTA, 2012; FERREIRA et al., 2015), ficando muitas vezes restritos a relatórios técnicos destinados aos órgãos ambientais. Um exemplo claro da escassez desses estudos foi observado durante consulta ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – IDEMA, órgão responsável pelo licenciamento e fiscalização ambiental no estado do Rio Grande do Norte, em outubro de 2017 (<http://sistemas.idema.rn.gov.br/rimas/rimas.asp>) onde apenas um estudo foi encontrado, na forma de um Relatório de impactos ao meio ambiente, gerado por uma salina localizada no município de Porto do Mangue- RN. Observou-se também, que o referido estudo abordou apenas superficialmente os possíveis impactos ambientais negativos gerados pelo empreendimento, dando mais ênfase aos ganhos socioeconômicos potenciais.

A problemática envolvendo os impactos ambientais da atividade salineira foi abordada pela primeira vez no ano de 1997, quando, após o rompimento de um dos tanques de uma empresa salineira, um grande volume água com alta salinidade foi abruptamente lançada no estuário do Rio Apodi-Mossoró, na região conhecida como lagamar do Rio do Carmo, provocando a salinização temporária da região, causando a mortandade e fuga da fauna local, com reflexos negativos diretos sobre a atividade pesqueira. Este evento chamou a atenção do Ministério Público Estadual do Rio Grande do Norte – MPE/RN, que por meio da Promotoria

de Justiça e Defesa do Meio Ambiente, instaurou uma Ação Civil Pública, a fim de apurar o ocorrido (SERHID, 2007).

Após anos de estudos e discussão, a empresa TECNOAMBIENTE BR, contratada pelo Sindicato da Indústria Salineira - SIESAL, apresentou em 2002 o estudo intitulado “Relatório de Controle Ambiental das Salinas do Estuário do Rio Mossoró”, dividido em dois volumes, que tinha como objetivo básico, identificar os impactos ambientais da indústria salineira na região. O referido corpo técnico identificou ao todo 25 impactos ambientais, dos quais dos quais 10 foram considerados positivos, 5 considerados de impacto indefinido e 10 considerados negativos.

Bezerra e Brito (2001), por sua vez, em um estudo independente para avaliar os principais impactos ambientais, positivos e negativos, da indústria salineira, identificaram no total 70 impactos significativos, sendo 59 negativos, 8 positivos e 3 indefinidos. Embora estes estudos diverjam em relação ao número e a classificação dos impactos ambientais das salinas, eles convergem para o entendimento de que esta atividade traz como principais benefícios, o aumento da oferta de empregos e o incremento na arrecadação fiscal, impactando positivamente a economia local. Por outro lado, concordam os autores, diversos efeitos negativos são gerados por estes empreendimentos, sendo o mais notável deles, a devastação de grandes áreas de manguezais durante a fase de instalação.

Ao estudar a evolução da ocupação do solo nas margens do estuário do rio Apodi-Mossoró, Costa (2010) identificou um aumento expressivo da área de salinas entre os períodos de 1976 e 2008, que passou de 7.559,3 ha para 15.605,2 ha, período em que a área ocupada por vegetação de mangue caiu drasticamente de 4.243,3 ha para 226,3 ha apenas. Recentemente, o Grupo Técnico de Trabalho para Regularização dos Empreendimentos Salineiros - GT-Sal – elaborou um relatório conjunto de avaliação técnica ambiental dos empreendimentos salineiros do Rio Grande do Norte, onde constatou que o estado possui 3.284,48 hectares de Áreas de Preservação Permanente (manguezais em sua maioria) ocupadas por salinas (GT-SAL, 2017).

A figura 8 ilustra a situação descrita acima, demonstrando a ocupação de uma área de aproximadamente 1.000, ha de manguezal para construção de uma salina no município de Porto do Mangue/RN.

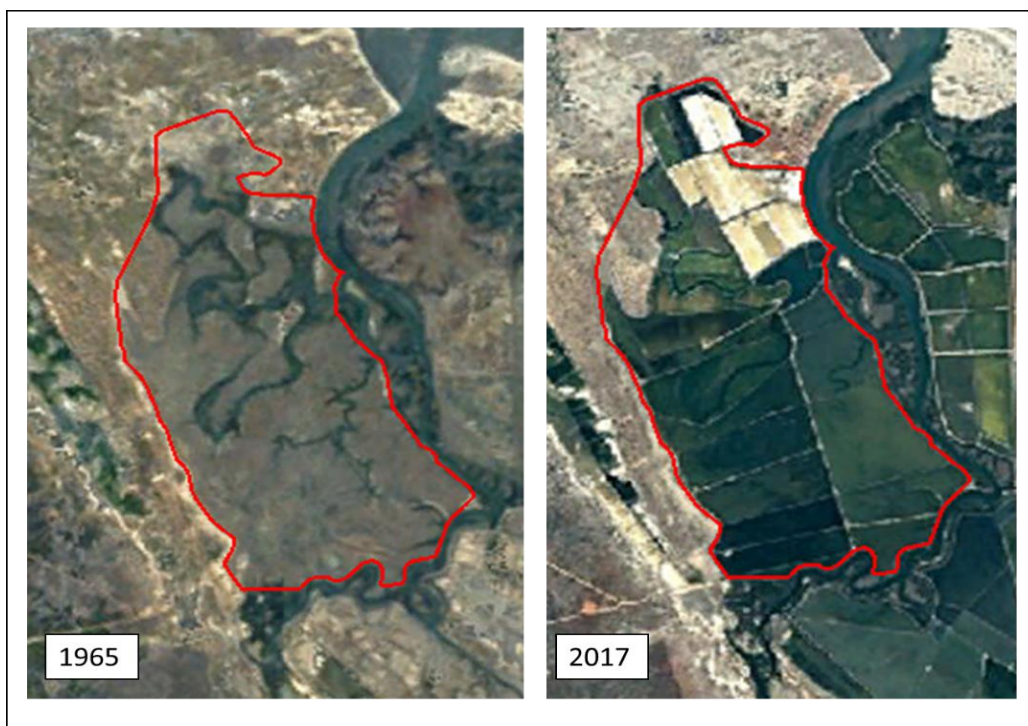


Figura 8. Ocupação de uma área de aproximadamente 1000 ha para construção de uma salina. Fonte: Autoria própria.

Além dos danos ambientais causados durante a fase de instalação de uma salina, existem outros impactos negativos decorrentes do funcionamento das mesmas. Estudos realizados na Tanzânia, por Wolchok (2006), e Liingiliee et al. (2015) demonstraram que manguezais de regiões produtoras de sal possuem área basal e número de indivíduos (caules) por hectare muito inferiores aos manguezais de áreas não produtoras. Os autores atribuíram esta diferença a fatores como aumento regional da salinidade e temperatura do solo, resultando em condições ambientais adversas que prejudicam o crescimento, regeneração e desenvolvimento do ecossistema.

Ressalta-se ainda que, o processo de produção do sal marinho gera como subproduto um efluente altamente salino (285 g/kg) conhecido popularmente como água-mãe ou água-amarga, que na maioria das vezes é lançada diretamente no estuário. Este efluente pode causar a poluição do ecossistema estuarino/marinho, com alteração na qualidade da água e consequente migração e/ou morte de peixes, moluscos e crustáceos (BEZERRA; BRITO, 2001; BEZERRA; BATISTA, 2012; FERREIRA et al., 2015).

A tabela 1 sintetiza os principais danos ambientais provocados pela atividade salineira, conforme a literatura consultada.

Tabela 1. Síntese dos potenciais danos ambientais provocados por uma salina, nas diferentes fases do empreendimento.

Fase	Potencial Dano ambiental
Instalação	Supressão da vegetação de mangue
	Alteração da topografia
	Aterramento de áreas alagáveis
	Fechamento de cursos d'água
	Alteração da dinâmica hidrosedimentológica
	Afugentamento da fauna (especialmente aves e pequenos mamíferos)
Operação	Aumento do tráfego de veículos pesados e sobrecarga da estrutura viária
	Assoreamento de cursos d'água em virtude da erosão de taludes.
	Impacto visual decorrente da alteração da paisagem
	Salinização do lençol freático
	Poluição da água por meio do lançamento de efluentes (água-mãe) sem tratamento prévio
	Mortandade e afugentamento a fauna aquática
	Redução da produtividade pesqueira local
	Redução da capacidade de regeneração do ecossistema

Fonte: Adaptado de Bezerra e Brito (2001); Wolchok (2006); Bezerra e Batista (2012); Ferreira et al (2015); Liingiliee et al (2015).

3.4. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Os fundamentos do processo de avaliação de impacto ambiental foram estabelecidos nos Estados Unidos entre 1969 e 1970. Este instrumento legal dispunha sobre os princípios da política ambiental americana e exigia para todos os empreendimentos que apresentavam potenciais causadores de impactos a observação de alguns pontos como: identificação dos impactos ambientais; efeitos ambientais negativos da proposta; as alternativas da ação; relação entre a utilização dos recursos ambientais em curto prazo e a manutenção ou a melhoria do seu padrão em longo prazo e a definição clara quanto aos possíveis comprometimentos dos recursos

ambientais, para o caso de implantação da proposta (ROCHA et al., 2005; CREMONEZ et al., 2014).

A avaliação de impacto ambiental visa identificar ou prever os principais impactos de um empreendimento que possam comprometer a qualidade do meio ambiente (SÁNCHEZ, 2008), através da adoção de duas medidas: a primeira refere-se à identificação das variáveis que devem ser avaliadas; a segunda, trata-se da importância do impacto causado por um determinado empreendimento na variável avaliada (GUIMARÃES, 2009). Nesse contexto, sabe-se que as metodologias estabelecidas para avaliação desse impacto no ambiente não consideram os efeitos cumulativos causados por outros empreendimentos dentro de uma esfera maior de tempo e espaço. Assim, mesmo com a avaliação prévia e monitoramento *a posteriori*, não existe a garantia de efetividade no processo dos estudos de impacto ambiental (GUIMARÃES, 2009; BARROS et al., 2012).

Boori e Amaro (2010) ao avaliarem os impactos ambientais e gestão dos recursos naturais no estuário Apodi-Mossoró observaram influência das atividades humanas, inclusive da indústria salineira, sobre riscos ambientais potenciais na área costeira e estuarina. Tais autores reportaram uma alta vulnerabilidade eco-ambiental na maior parte da área estudada, ratificando a importância de medidas de proteção ambiental para garantir não apenas a segurança do ecossistema, bem como o desenvolvimento socioeconômico dessa região.

3.4.1. Métodos de avaliação de impactos

Para a avaliação de impacto ambiental, faz-se necessário a adoção de metodologias adequadas para cada fator ambiental, flexíveis e aplicáveis em qualquer fase do processo de e que permitam revisão constante. Algumas das principais metodologias são apresentadas a seguir:

- **Métodos *ad hoc***

São elaborados para um projeto específico, identificando normalmente os impactos por meio de longa reflexão, caracterizando-os e sintetizando-os em seguida por meio de tabelas ou matrizes. Neste método de avaliação de impacto ambiental são feitas reuniões de técnicos e cientistas cujas especialidades são escolhidas de acordo com as características da proposta a ser analisada. Este método é adequado, principalmente, para casos com escassez de dados preexistentes, aonde vem fornecer orientação para outras avaliações (*brainstorming*). A vantagem do uso desse método é a possibilidade de estimativas mais rápidas da evolução dos impactos (LELI et al., 2012).

- Listagem de controle (*checklist*)

Consiste na formação de grupos de trabalho multidisciplinares com profissionais qualificados em diferentes áreas de atuação, apresentando suas impressões baseadas na experiência para elaboração de um relatório que irá relacionar o projeto a ser implantado com seus possíveis impactos (STAMM, 2003).

É utilizada para identificação e enumeração dos impactos, a partir da diagnose ambiental feita por especialistas dos meios físico, biótico e socioeconômico. Esse método é vantajoso por causa do emprego imediato na avaliação qualitativa dos impactos mais relevantes, mas, é adequado somente para avaliações preliminares, podendo incorporar escalas de valores e ponderações de forma limitada (LELI et al., 2012).

- Redes de Interação

Buscam estabelecer relações de precedência entre ações de um empreendimento e os impactos por ele causados, sejam de primeira ou segunda ordem (CARVALHO; LIMA, 2010). Essa metodologia visa o estabelecimento de uma sequência de impactos ambientais provenientes de determinada intervenção, através da representação em gráficos, podendo ainda ser utilizadas para orientar as medidas a serem propostas com intuito de minimizar os impactos observados (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

Esse método estabelece relações do tipo causa-condição-efeito, propiciando, relativamente, uma apreciável e sucinta identificação dos impactos e suas inter-relações, assim como a identificação dos impactos indiretos e suas inter-relações, adicionalmente identifica impactos indiretos e secundários de forma subsequente ao impacto principal (FINUCCI, 2010; CREMONEZ et al., 2014).

Suas principais vantagens consistem no fácil entendimento dos impactos secundários e indiretos e a possibilidade de introdução de parâmetros estatísticos, permitindo que se estimem futuras modificações possíveis. A única desvantagem consiste no fato de que as redes não detectam aspectos temporais, dinâmica do sistema e importância relativa dos impactos (ACHON et al., 2005; CARVALHO; LIMA, 2010; CREMONEZ et al., 2014).

- Superposição de Cartas

São métodos cartográficos desenvolvidos no âmbito do planejamento territorial, onde técnicas cartográficas são adaptadas e aplicadas na avaliação de impactos ambientais, com o

objetivo de identificar e localizar a extensão dos efeitos sobre o meio através do uso de fotografias aéreas sobrepostas (FINUCCI, 2010).

Assim, essa metodologia faz uso de uma série de mapas temáticos, e cada mapa indica uma característica cultural, social e física que refletem diretamente um impacto. Esses mapas quando integrados produzem a síntese da situação ambiental de uma determinada área geográfica, podendo ser elaborados de acordo com os conceitos de vulnerabilidade ou potencial dos recursos ambientais (CREMONEZ et al., 2014).

Nestes mapas, a intensificação das cores é entendida como áreas com impactos ambientais mais intensos, e com o auxílio de satélites e computação gráfica tem se tornado mais simples, rápido e com precisão incomparavelmente superior aos métodos anteriores (STAMM, 2003). Segundo Munn (1979), a aplicação desta metodologia permite repartir a área de um mapa em porções, e cada uma dessas porções armazena uma grande quantidade de informações.

A superposição de mapas tem como vantagem a visualização espacial e geográfica dos fatores ambientais, tal como da extensão dos impactos, proporcionando fácil comparação de alternativas. Como desvantagens, tem-se a subjetividade dos resultados, a limitação na quantificação dos impactos e a difícil integração de impactos socioeconômicos, além de não considerar a dinâmica dos sistemas ambientais e requerer altas quantias para sua aplicação (CARVALHO; LIMA, 2010; CREMONEZ et al., 2014).

- Métodos Quantitativos

Os métodos quantitativos trabalham com a associação de números e valores para as considerações avaliadas qualitativamente, sendo formulados no período de avaliação de impacto ambiental de um determinado projeto (CREMONEZ et al., 2014). O desenvolvimento desta técnica partiu da necessidade de avaliar os impactos causados por empreendimentos que envolvem a utilização de recursos hídricos em suas atividades, a fim de promover uma abordagem sistemática, holística e hierarquizada do meio ambiente (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

De forma geral, este método utiliza indicadores de qualidade ambiental expressos por gráficos que relacionam o estado de determinados compartimentos ou segmentos ambientais a seu respectivo estado de qualidade. Os indicadores são denominados como parâmetros, agrupados primeiramente em 18 componentes e posteriormente reagrupados em 4 categorias ambientais que são: aspectos estéticos, ecologia, interesse humano e poluição ambiental (FINUCCI, 2010; CREMONEZ et al., 2014).

Para cada um dos índices ambientais é atribuído um valor relativo (Tabela 2), os valores adotados são, então, utilizados no cálculo do Grau de Impacto ambiental dos empreendimentos. Havendo dúvidas quanto ao atributo mais adequado para enquadramento do projeto, deve-se optar pelo atributo de maior valor.

Tabela 2. Índices adotados para a determinação do Grau de Impacto Ambiental: Índice Magnitude (IM), Índice Biodiversidade (IB), Índice Abrangência (IA), Índice Temporalidade (IT) e Índice Comprometimento de Área Prioritária (ICAP).

Índice*	Valores mínimos e máximos*	Atributos
IM	0-3	Média magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais.
IB	0-3	Área de trânsito ou reprodução de espécies consideradas endêmicas ou ameaçadas de extinção.
IA	1- 4	Impactos limitados à área de uma microbacia.
IT	1-4	Longa: superior a 30 anos após a instalação do empreendimento.
ICAP	0-3	Impactos que afetem áreas de importância biológica extremamente alta ou classificadas como insuficientemente conhecidas.

*Conforme Decreto n. 6.848/2009 (BRASIL, 2009).

É um método vantajoso por ser rápido, bem como favorável ao suprimento dos analistas com boas informações para caracterizar uma determinada situação ambiental e prever impactos, além de adequado para análises preliminares e na comparação entre as alternativas de um mesmo projeto (SANCHEZ, 2011). Por outro lado, esta metodologia quantitativa apresenta subjetividade, além de não levar em consideração o público afetado pelo processo, as inter-relações entre os fatores do ambiente e não especificar a relação entre uma ação e seu respectivo impacto ambiental (OLIVEIRA e MOURA, 2009).

Outro método quantitativo, largamente utilizado em relatórios de monitoramento ambiental, leva em conta alguns parâmetros limnológicos. Tal avaliação, costuma ser realizada durante todo ano, e através de padrões estabelecidos pela legislação vigente, compara-se dados de pluviosidade, salinidade, concentração de íons, temperatura, pH, dentre outros (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros utilizados na avaliação quantitativa de impactos ambientais

Parâmetro	Metodologia
Pluviosidade	Determinada com auxílio de pluviômetros instalados na salina.
Salinidade	Determinada com o auxílio de refratômetro portátil.
Temperatura	Determinada com o auxílio de um termômetro digital portátil.

pH	Determinado com medidor digital de pH do tipo “eletrodo de vidro” de bancada.
Cálcio	Titulação com EDTA e indicador Negro de Eriocromo
Magnésio	Titulação com EDTA e indicador Negro de Eriocromo
Oxigênio Dissolvido	Determinado pelo método polarográfico, com eletrodo imerso em solução eletrolítica padrão e membrana semipermeável, com compensação automática da temperatura e salinidade.
Clorofila <i>a</i>	As amostras foram concentradas sob pressão negativa, em filtros de fibra de vidro de 47 mm de diâmetro. Como solvente utilizou-se acetona 90 %. Após 24 horas de extração, no escuro e à baixa temperatura, as medidas de absorbância foram feitas espectrofotometricamente a 665nm e 759nm de comprimento de onda, antes e após a acidificação com HCL a 1N. As concentrações de clorofila <i>a</i> foram determinadas matematicamente.
Fitoplâncton	As amostras foram coletadas com o auxílio de uma rede de plâncton, de malha 20 µm, por meio de arrasto horizontal a 30 cm de profundidade da superfície da água. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em recipientes esterilizados com volume de aproximadamente 200 ml e conservados em formol a 4 %. Para a identificação dos organismos utilizou-se um microscópio binocular com até 400 vezes de aumento. Foram identificadas todas as algas encontradas de acordo com sistema de classificação para as classes e gêneros segundo as indicações de Bicudo e Menezes (2006). A contagem do fitoplâncton foi realizada com o auxílio de uma Câmara de Neubauer, utilizando mesmo microscópio supracitado.

3.5. ALTERNATIVAS PARA ATENUAÇÃO DO CONFLITO

As informações apresentadas nos tópicos anteriores permitem a visualização de um caso claro de conflito envolvendo questões ambientais, sociais e econômicas. Se por um lado identifica-se uma atividade de mineração secular e de grande relevância socioeconômica, onde percebe-se que o desenvolvimento da mesma provocou e ainda provoca degradação de um importante ecossistema, essencial para conservação da biodiversidade costeira, e prestador de importantes serviços ecossistêmicos, tendo como pano de fundo um cenário de insegurança jurídica.

Então, como conciliar? A legislação ambiental brasileira prevê que, uma vez conhecidos os impactos ambientais negativos de um empreendimento ou atividade, devem ser adotadas obrigatoriamente medidas com o objetivo de mitigar os danos considerados reversíveis, e compensar os danos considerados irreversíveis.

As medidas mitigadoras, previstas nas resoluções CONAMA nº 001/86 e 237/97, compreendem todas as ações que tenham como objetivo reverter ou minimizar os impactos

negativos de uma atividade, além de reduzir as chances de sua ocorrência, no caso de risco de acidentes (FARIA, 2008). Dentre as alternativas para mitigação dos impactos ambientais negativos que poderiam ser adotadas pela atividade salineira, podemos citar:

Tráfego de veículos pesados - elaborar em parceria com os municípios onde as mesmas encontram-se instaladas, rotas preferenciais para o tráfego de veículos pesados, restrição de horários e velocidade para circulação dos mesmos, e cobrança de taxa específica para recuperação das vias.

Assoreamento de cursos d'água provocados pela erosão dos taludes - Realizar a proteção dos taludes que margeiam o estuário por meio de empedramento ou aplicação de geomembrana, combinado com avaliações de rotina da estabilidade dos mesmos.

Salinização do lençol freático - Monitorar periodicamente os níveis de salinidade do lençol freático na área de influência da salina, e adotar medidas corretivas quando cabíveis.

Poluição da água, mortandade e afugentamento da fauna aquática em virtude do lançamento de efluentes - Determinar a capacidade máxima de diluição do trecho do estuário onde a salina realiza o descarte de seus efluentes, a fim de regular a vazão de lançamento do mesmo ou, preferencialmente, implementar sistema de recirculação de efluentes na unidade de produção.

Redução da produtividade pesqueira local - Permitir o acesso das áreas das salinas pela população local que subsiste da atividade pesqueira, possibilitando que as mesmas realizem suas pescarias nos tanques das salinas.

Redução da capacidade de regeneração do ecossistema - Promover a recuperação das áreas de manguezal não ocupadas pelas salinas, bem como das áreas passíveis de serem desocupadas pelas mesmas (APP's).

E em relação aos danos ambientais considerados irreversíveis, como a supressão da vegetação de mangue, o aterramento de áreas alagáveis e fechamento de cursos d'água, o que pode ser feito? Para os casos onde os danos ambientais não podem ser mitigados ou reparados, devem ser adotadas medidas de compensatórias, que são instrumentos econômicos de remuneração (BORN; TALOCCHI, 2002) que atuam como uma “substituição” equivalente de um bem ambiental que será perdido, alterado ou descaracterizado (SÁNCHEZ, 2008).

3.5.1. Valoração Econômica de Impactos Ambientais

A valoração econômica é responsável por gerar informações importantes quanto às mudanças na realidade causadas pela realização de projetos, políticas públicas, ou até mesmo

pelo acontecimento de eventos como desastre ambientais. Um estudo de valoração busca comparar e ponderar aquilo que pode ser ganho ou perdido em diferentes cenários, sendo uma ferramenta de suporte à tomada de decisão que contribui para avaliação de projetos e priorização de investimentos (FREEMAN et al., 1993).

O valor é uma medida de bem-estar que pode ser representada de acordo com definições e “trocas” sociais estabelecidas a partir da importância relativa para um agente econômico. O valor é relativo, pois depende não só das características do objeto avaliado, mas também do contexto em que ele está inserido, de sua escassez relativa (oferta) e da pressão/demanda pelo uso de seus recursos. Por isso, não podemos falar de um valor absoluto de um ecossistema, pois este depende de um contexto, do valor das alternativas de uso ou do impacto do não uso deste ambiente (GASPARINETTI et al., 2018).

Ainda encontramos grande ineficiência na determinação de preços de mercado para recursos naturais explorados direta ou indiretamente pelos agentes econômicos. Os atuais preços correntes dos produtos naturais são quase todos subavaliados, pois não incorporam os custos da extração de recursos renováveis além de sua capacidade de regeneração. Como os preços de grande parcela dos recursos naturais não costumam variar em função da escassez, se o preço de extração diminuir por algum motivo, provavelmente a extração do recurso aumentará e seu preço de mercado diminuirá (ALFIERI, 1999).

Estes custos de depleção são danos ambientais causados por agentes econômicos que não serão inseridos no sistema de preço caso não sejam internalizados. Da mesma maneira, a poluição do ar, água ou terra provocada por agentes econômicos afetará não só a qualidade como a quantidade dos ativos ambientais, e deve ser deduzida do agente poluidor como forma de internalizar os prejuízos causados ao ambiente. Assim, se todos os danos ambientais pudessem ser inseridos nas funções de produção das empresas, haveria também maior viabilidade econômica para atividades sustentáveis como a agricultura orgânica e o manejo florestal. Embora evite prejuízos maiores ao meio ambiente, grande parte destas atividades sustentáveis ainda depende da conscientização ambiental da população (refletida em sua disposição a pagar), pois usualmente seus produtos apresentam preços mais elevados no mercado (MAIA et al., 2004).

Segundo Jericó-Daminello et al. (2018) a valoração ambiental pode ser feita sob diferentes óticas e métodos. Para bens transacionados em mercado é possível utilizar os preços diretamente como medida de valor. Para bens e serviços que não tem preço explícitos, como aqueles que não tem direitos de propriedade estabelecidos, é possível utilizar métodos de análise econômica para explicitá-los. Uma estimativa de prejuízo evitado, por exemplo, pode ser

utilizada como valor de benefício econômico. A proteção fornecida por manguezais a imóveis localizados na costa, por exemplo, pode ser valorada segundo os custos que eles evitam, como a necessidade da realização de uma obra de contenção de ondas, ou as perdas materiais que podem vir a ocorrer pela destruição destes imóveis.

Diversos estudos buscaram identificar os valores econômicos dos manguezais usando a abordagem de serviços ecossistêmicos. Em alguns, somente um serviço é valorado, enquanto em outros há a combinação de diversos valores para a estimativa de um Valor Econômico Total (VET). Estes são valores que auxiliam na comunicação e entendimento da importância destes ecossistemas e que também podem fomentar estratégias de sustentabilidade financeira e políticas públicas (VAN LAVIEREN et al., 2012).

Dentre os métodos para valoração ecológica, destaca-se a Compensação Ambiental, instrumento econômico de remuneração (BORN; TALOCCHI, 2002) criado por meio da Lei nº 9.985/2000 - que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC)- e que atua como uma “substituição” equivalente de um bem ambiental que será perdido, alterado ou descaracterizado (SANCHEZ, 2008).

3.5.2. Compensação Ambiental

A gênese do instituto da Compensação Ambiental no ordenamento jurídico brasileiro é anterior a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que veio a solidificá-lo no ordenamento jurídico ambiental. A Resolução CONAMA Nº 10 de 1987 passou a exigir-lo dos empreendimentos que pudessem destruir florestas e outros ecossistemas. Neste momento, era apenas destinado à implantação de uma Estação Ecológica. Esta resolução foi substituída pela CONAMA Nº 2 de 1996 que ampliou o objeto da Compensação Ambiental, permitindo que os recursos desembolsados pelo empreendedor a esse título fossem aplicados em outras unidades de conservação de proteção integral além das estações ecológicas (FAIAD, 2015).

Como a Compensação Ambiental foi instituída em nosso ordenamento para compensar os danos irreversíveis gerados pelos empreendimentos, sua aplicabilidade, por parte do órgão licenciador, deve observar uma escala de redução de impactos (Figura 9), de modo a restringi-la aos impactos residuais do processo (FAIAD, 2015).



Figura 9. Escala de redução de impactos durante o processo de licenciamento de empreendimentos causadores de significativo impacto ambiental. Fonte: Faiad (2015).

As compensações ambientais destinam-se a garantir que, em situações onde danos ao meio ambiente não podem ser evitados ou adequadamente minimizado através de outras formas de mitigação (isto é, haverá um impacto residual), uma área ambiental equivalente possa ser melhorada para que a menor perda líquida possível seja alcançada (HEYES; MORRISON-SAUNDERS, 2012). Melhor ainda, quando a compensação é destinada a uma Unidade de Conservação, garantindo resultados positivos para o ambiente (EPA, 2006).

O SNUC estabeleceu que o empreendedor possui o dever legal de apoiar a implantação e a manutenção de unidade de conservação de proteção integral, através de uma quantia a título de compensação, que, conforme o Artigo 36, § 1º, não seria inferior a 0,5% do custo total do empreendimento. No entanto, não obstante a previsão de um valor mínimo a ser devido, não houve a fixação de um percentual máximo, tendo em vista que este seria definido pelo órgão ambiental, segundo o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento (FAIAD, 2015).

Estabeleceu-se que a fixação dos percentuais se daria gradualmente, a partir de 0,5% dos custos totais para implantação do empreendimento, considerando-se a amplitude dos impactos gerados. No entanto, a não elaboração de uma metodologia mais robusta e clara para valoração

do impacto pelo órgão licenciador federal, ensejou, muitas vezes, a aplicação de Grau de Impacto elevado, o que gerou contestações administrativas e até judiciais por parte dos empreendedores (FAID, 2015). Atualmente o cálculo é estimado com base no grau de impacto de um empreendimento, podendo chegar a 0,5% do valor do investimento do mesmo.

3.6. REFERÊNCIAS

ACHON, C. L.; SOARES, L. V.; MEGDA, C. R. Impactos ambientais provocados pelo lançamento in natura de lodos provenientes de estações de tratamento de água. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Saneamento ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade?** Rio de Janeiro, ABES, 2005. p.1-9.

ALFIERI, A. **System of Integrated Environmental and Economic Accounting - SEEA: a framework to measure the interaction between the economy and the environment.** New York: United Nation Statistics Division, 1999. (Presented at second OECD expert workshop: frameworks to measure sustainable development).

ALONGI, D. M. **Energetics of mangroves Forests.** New York: Springer Netherlands, 2009.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano.** Campinas: IE/UNICAMP, 2009.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resultado do monitoramento do teor de iodo no sal para consumo humano: Ano 2014.** Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/395584/Relat%C3%B3rio+Pro+Iodo+2014/9fcd a63e-a164-41f7-a32b-156399f30f1c>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BARBIER, E. B. Valuing ecosystem services as productive inputs. **Economic Policy**, Oxford, v.22, n.49, p.177–229, 2007.

BARBOSA, F. M. A. et al. Status and distribution of mangroves in Mozambique. **South African Journal of Botany**, v.67, n.3, p.393- 398, 2001.

BARROS, D. A.; BORGES, L. A. C.; NASCIMENTO, G. O.; PEREIRA, J. A. A.; REZENDE, J. L. P.; SILVA, R. A. Breve análise dos instrumentos da política de gestão ambiental brasileira. **Política e Sociedade**, v.11, n.22, p.155-179, 2012.

BELARMINO, P. H. P. et al. Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil):relação com a localização e usos. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Lisboa, v.14, n.3, p.446-457, 2014.

BEZERRA, D.; BRITO L. Avaliação dos Impactos Ambientais Produzidos pela Indústria Salineiras do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2001. P.36.

BEZERRA, J. M.; BATISTA, R. O. Aspectos Econômicos e Ambientais da Exploração Salineira do Estado do Rio Grande do Norte. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 2, p.3-20, 2012.

BOORI, M. S.; AMARO, V. E. Detecting and understanding drivers of natural and ecoenvironmental vulnerability due to hydro geophysical parameters, ecosystem and land use change through multispectral satellite data sets in Apodi estuarine. Northeast Brazil. **International Journal of Environmental Sciences** (IJES), v. 1, n. 4, p. 543 – 557, 2010.

BORN, R. H.; TALOCCHI, S. Compensações por Serviços Ambientais: sustentabilidade ambiental com inclusão social. In: BORN, R. H.; TALOCCHI, S. (orgs.). **Proteção do capital social e ecológico: por meio de Compensações por Serviços Ambientais** (CSA). São Paulo: Peirópolis, p. 27-45, 2002.

BRANDÃO, E. J. O ecossistema manguezal: aspectos ecológicos e jurídicos. **Revista do Curso de Direito da UNIABEU**, v.1, n.2, p.1-16, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 23.793**, de 23 de janeiro de 1934. Aprova código florestal que com este baixa. Diário Oficial da União, Brasília, 24 jan. 1934. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.htm>. Acesso em: 17 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de Setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União, 16 set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 17 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de Setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União, 16 set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 17 jul. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 001**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 237**, de 22 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 dez. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000**. Regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 28 mai. 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 20 nov. 2017.

CARVALHO, D.L.; LIMA, A.V. Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, **Anais...** Porto Alegre. 2010.

COSTA, D. F. S. et al. Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil). **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.25, n.1, p.21-34, 2013.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; FEROLDI, M.; CAMARGO, M. P.; KLAJN, F. F.; FEIDEN, A. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, v.13, n.5, p.3821-3830, 2014.

DÁVALOS, P. B. et al. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**: Salina Costa Branca. 2012. 41 p. Disponível em: < <http://sistemas.idema.rn.gov.br/rimas/rimas.asp>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

DAVIS J: Structure, function, and management of the biological system for seasonal solar saltworks. **Global NEST Journal**, Greece, v.2, n.3, p.217-226, 2000.

DE MEDEIROS R. R. et al. Brazilian solar saltworks – ancient uses and future possibilities. **Aquatic Biosystems**, v. 8, n.8, p.1-8, 2012.

DINIZ, M. T. M.; VASCONCELOS, F. P. Condicionantes naturais à produção de sal marinho no Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 16, e1613b, 2017.

DINIZ, M. T. M.; VASCONCELOS, F. P.; MARTINS, M. B. Inovação tecnológica na produção brasileira de sal marinho e as alterações sócioterritoriais dela decorrentes: uma análise sob a ótica da teoria do empreendedorismo de Schumpeter. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 27, n.3, p.421-438, 2015.

DONATO, D.C. et al. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. **Nature Geoscience**, v.4, p. 293-297, 2011.

DUKE, N. C. A world without mangroves? **Science**, Pensilvânia, v.317, n.5834, p.41-42, 2007.

DUKE, N. C.; SCHMITT, K. **Mangroves: unusual forests at the sea edge**. Tropical Forestry Handbook, p.1-24, 2015. Disponível em: <<https://research.jcu.edu.au/tropwater/publications/MangrovesUnusualforestsattheseaseedge.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

EPA, Environmental Protection Authority. Environmental offsets position statement no 9, Perth: Environmental Protection Authority, 2006.

FAIAD, P. J. B. Contribuição para a melhoria dos critérios de destinação da compensação ambiental federal. Dissertação (Mestrado em Gestão de Áreas Protegidas da Amazônia), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 185p. 2015.

FARIA, I. D. Compensação ambiental: os fundamentos e as normas; a gestão e os conflitos. Brasília: Conleg, Consultoria Legislativa do Senado Federal. Textos para discussão nº43, julho, 2008.

FERNANDES, R. T. V. **Recuperação de manguezais**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 78p.

FERREIRA, S. F. M.; MIRANDA, A. C.; GOMES, H. P. Um estudo de uma comunidade de trabalhadores em salinas: o impacto ambiental e uma proposta em educação ambiental. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 8, n. 10, p. 65-81, 2015.

FINUCCI, M. Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos. 2010. 230f. **Dissertação** (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP.

FONSECA, S. M. E.; DRUMMOND, J. A. Reflorestamento de manguezais e o valor do resgate para o sequestro de carbono atmosférico. **História, Ciências, Saúde**, v.10, n.3, p.1071-1081, 2003.

FREEMAN, A.; M.; HERRIGES, J. A.; KLING, C. **The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods**, RFF Press, 1993.

GASPARINETTI, P.; JERICÓ-DAMINELLO, C.; SEEHUSEN, S. E. Estudo de caso: Valoração Econômica dos Serviços Ecossistêmicos do Salgado Paraense. In: GASPARINETTI, P. et. al. **Os valores dos serviços ecossistêmicos dos manguezais brasileiros, instrumentos econômicos para a sua conservação e o estudo de caso do Salgado Paraense**. Documento de Trabalho, abril, 2018.

GT-SAL. Grupo Técnico de Trabalho para Regularização dos Empreendimentos Salineiros. **Relatório ambiental dos empreendimentos estado do Rio Grande do Norte**. Mossoró: GTSAL, 2017. 176 p. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=144940&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Documentos+T%E9cnicos>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

GUIMARÃES, M. A. Análise da política de meio ambiente e da diretriz estratégica de gestão ambiental do exército brasileiro. **Dissertação** (Mestrado). Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília. 117p. 2009.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M.; OLIVEIRA, T. L. Distribuição de apicuns e de manguezais na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 4607-4614.

HAYES, N.; MORRISON-SAUNDERS, A. Effectiveness of environmental offsets in environmental impact assessment: practitioner perspectives from Western Australia. *Impact Assessment and Project Appraisal*, v.25, n.3, p.209-218, 2012.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN. **Anuário estatístico do Rio Grande do Norte**. Natal, 2014. Disponível em: <www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=1357&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=Socioeconomicos>. Acesso em: 08 jul. 2017.

JERICÓ-DAMINELLO, C.; GASPARINETTI, P.; SEEHUSEN, S. E. Manguezais: Importância e situação no contexto brasileiro. In: GASPARINETTI, P. et. al. **Os valores dos serviços ecossistêmicos dos manguezais brasileiros, instrumentos econômicos para a sua conservação e o estudo de caso do Salgado Paraense**. Documento de Trabalho, abril, 2018.

KURLANSKY, M. **Sal: uma história do mundo**. 2º ed.: São Paulo: SENAC, 2011. 461p.

LEE, S. Y.; PRIMAVERA, J. H.; DAHDOUN-GUEBAS, F. Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. **Global Ecology and Biogeography**, v.23, n.7, p.726–743, 2014.

LELI, I. T.; ZAPAROLI, F. C. M.; SANTOS, V. C.; OLIVEIRA, M.; REIS, F. A. G. V. Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de Influência e impactos ambientais. **Boletim de Geografia**, v.30, n.1, p.45-54, 2012.

LIINGILIE, A. S. et al. Effects of salt making on growth and stocking of mangrove forests of south western Indian Ocean coast in Tanzania. **Mediterranean Journal of Biosciences**, v.1, n.1, p. 27-31, 2015.

LUTHER, D.; GREENBURG, R. Mangroves: a global perspective on the evolution and conservation of their terrestrial vertebrates. **Bioscience** v.59, n.7, p.602–612, 2009.

MACHINE, SERRA SALT. **Purification and Refining of salt for chemical and human consumptions**. Serra Salt Engineers. 2005.

MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações. **Texto para Discussão**. IE/UNICAMP, Campinas, n. 116, 2004.

MEDEIROS, S. R. M.; CARVALHO, R. G.; PIMENTA, M. R. C. A proteção do ecossistema manguezal à luz da lei:12.651/2012: novos desafios para a sustentabilidade dos manguezais do Rio Grande do Norte. **Geotemas**. v.4, n.2, p.59-78, 2014.

MOURA, G. **Um Rio Grande e Macau**. Natal (RN): G. Moura, 2003.

MUNN, R. E. **Lecture 10 – What is environmental assessment?** Conecticut, Conservation of Natural Resources, 1979.

NAGELKERKEN, I. et al. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. **Aquatic Botany**, v.89, p.155-185, 2008.

OLIVEIRA, F.C.; MOURA, H.J.T. de. Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. **PRETEXTO**, v.10, n.4, p.79-98. 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – FAO. Avaliação Ecológica do Milênio. 2005. Disponível em: <<http://www.cdb.gov.br/CDB/cdb8>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

PEREIRA, E. M.; FARRAPEIRA, C. M. R.; PINTO, S. L. Percepção e educação ambiental sobre manguezais em escolas públicas da região metropolitana do Recife. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v.17, p. 244-261, 2006.

PINTO, M. F. et al. Quando os conflitos socioambientais caracterizam um território? **Gaia Scientia**, Volume Especial Populações Tradicionais, p.271-288, 2014.

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.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos (SERHID). Projeto PROÁGUA/SEMI-ÁRIDO. Plano de recuperação ambiental do trecho inferior do Rio do Carmo. **Relatório Final: tomo I, II e III**. Natal: Rio Grande do Norte, 2005. Datilografado.

ROCHA, E.C.; CANTO, J.L.; PEREIRA, P.C. Avaliação de impactos ambientais nos países do MERCOSUL. **Ambiente & Sociedade**, v.8, n.2. 2005.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495p.

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

SANTOS, R. C.; SILVA, I. R. Serviços ecossistêmicos oferecidos pelas praias do município de camaçari, litoral norte do estado da Bahia, Brasil. **Cadernos de Geociências**, Salvador, v. 9, n. 1, p.47-56, 2012.

SANTOS, H. V. S.; SANTOS, T. O.; HOLANDA, F. S. H. Indicadores para diagnóstico das alterações antrópicas no manguezal do estuário do rio São Francisco. **Tropical Oceanography**, v.39, n.2, p.166-175, 2011.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. et al. Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os Manguezais brasileiros. In: SOUZA, G.; JUCÁ, K.; WATHELY, M. (Orgs.). **Código Florestal e a Ciência: O que nossos legisladores ainda precisam saber**. 2012. Disponível em: <<http://>

[file:///C:/Users/ferna/Downloads/revista_codigo_florestal_e_a_ciencia-wwf%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ferna/Downloads/revista_codigo_florestal_e_a_ciencia-wwf%20(1).pdf)>
Acesso em 17 nov. 2017.

SEEHUSEN, S. E.; CUNHA, A. A.; OLIVEIRA JR., A. F. Iniciativas de PSA de proteção da biodiversidade na Mata Atlântica. In: GUEDES, F. B; SEEHUSEN, S. E. Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica - Lições aprendidas e desafios. (Org.) p.183-224. Brasília: MMA, 2011.

SIESAL.Sindicato da Indústria da Extração do Sal no Estado do Rio Grande do Norte. **Atas das assembléias ordinárias**. Mossoró, Rio Grande do Norte, 2016.

SILVA, M. A. B.; BENINE, E.; CARMO, T. M. S. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.19, n.3, p.465-471, 2005.

STAMM, H.R. Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica. 2003. 284f. **Tese** (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis-SC.

TECNOAMBIENTE BR. **Relatório de Controle Ambiental das Salinas do Estuário do Rio Mossoró**. Mossoró: TECNOAMBIENTE BR, v1 e v.2. 2002. 235 p. Datilografado.

TRINDADE, S. L. T.; ALBUQUERQUE, G. J. **Subsídios para o Estudo da história do Rio Grande do Norte**. 2ªed. Natal: Sebo Vermelho, 2005.

UNEP. **The importance of mangroves to people: a call to action**. Edição: VAN BOCHOVE, J.; SULLIVAN, E.; NAKAMURA, T. CAMBRIDGE: UNEP-WCMC.

VAN LAVIEREN, H.; SPALDING, M.; ALONGI, D.; KAINUMA, M.; CLÜSENER-GODT, M.; ADEEL, Z. Securing the future of mangroves. A policy brief. Policy brief, UNU-INWEH, UNESCO-MAB, ISME, ITTO, FAO, UNEP-WCMC, TNC, p.53. 2012.

VANUCCI, M. **Os Manguezais e nós: uma síntese de percepções**. São Paulo: EDUSP, 1999. 277p.

VITA, S.; LUNA, F. J.; TEIXEIRA, S. Descrições de técnicas da química na produção de bens de acordo com os relatos dos naturalistas viajantes no Brasil colonial e imperial. **Química Nova**, v.30, n.5, p.1381-1386, 2007.

WALTERS, B. B. et al. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. **Aquatic Botany**, v.89, n.2, p.220–236, 2008.

WELLS, S.; RAVILOUS, C.; CORCORAN, E. In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs. **UNEP-WCMC**, Cambridge, U.K. 2006.

WOLCHOK, L. Impacts of Salt Production on Pemba. 2006. **Independent Study Project (ISP) Collection.** Paper 329. Disponível em: <http://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/329>. Acesso em: 20 nov. 2017.

4. IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE SALINEIRA SOBRE O ECOSSISTEMA MANGUEZAL: UM ESTUDO DE CASO

RESUMO: O sal comum é indispensável para diversos setores industriais, e sua produção está associada à algumas condições naturais. Estas condicionantes resultam em áreas produtivas muitas vezes próximas aos manguezais. Assim, objetivou-se, determinar os impactos ambientais ocasionados por uma salina sobre o manguezal. O estudo foi desenvolvido na área de influência de uma salina, no estuário do Rio das Conchas, RN, onde foram analisadas as duas principais etapas de um empreendimento salineiro: instalação - caracterização da área anteriormente a construção da salina por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento - e operação – através do monitoramento da qualidade da água no estuário para os períodos não produtivos e produtivos da salina. Foi observado a existência de canais de maré na área onde hoje está instalada a salina. Adicionalmente, observou-se também nessa área, vegetação de mangue, apicum e rasteira em 14,60%, 79,25% e 6,15% do curso d'água, respectivamente. Durante a fase operacional, a salinidade média manteve-se acima dos 30,00‰, caracterizando o ambiente como salino. Os íons cálcio e magnésio foram considerados normais para um estuário salino (440,00 e 1280,00 mg/l, respectivamente). O pH e o oxigênio dissolvido não sofreram influência do período produtivo (7,93 e acima de 6,00mg/l, respectivamente), enquanto a concentração de Clorofila *a* caracterizou a área como oligotrófica. A atividade salineira provocou impactos significativos sobre o meio ambiente durante sua fase de instalação. Além disso, a operação das salinas contribuiu para o aumento da salinidade e concentração de magnésio dos estuários, podendo este aumento ser prejudicial ao ecossistema.

PALAVRAS-CHAVES: apicum, clorofila *a*, estuário, pH, semiárido, salinidade.

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF SOLAR SALTWORKS ACTIVITY ON MANGROVE ECOSYSTEM: A CASE STUDY

ABSTRACT: The salt is indispensable for several industrial sectors, and its production is associated with some natural conditions. These conditions result in productive areas often close to mangroves. Thus, the objective was to determine the environmental impacts caused by a solar saltworks on the mangrove. The study was carried out in the saltworks area of the estuary of Rio das Conchas, RN, where the two main stages of a solar saltworks development were analyzed: installation - characterization of the area prior to saltworks construction using remote

sensing techniques and geoprocessing - and operation - by monitoring the water quality in the estuary for the non productive and productive periods of solar saltworks. It was observed the existence of tidal channels in the area where saline is installed today. In addition, mangrove, apicum and creeping vegetation were observed in this area, in 14.60%, 79.25% and 6.15% of the watercourse, respectively. During the operational phase, the average salinity remained above 30.00 ‰, characterizing the environment as saline. Calcium and magnesium ions were considered normal for a saline estuary (440.00 and 1280.00 mg/l, respectively). pH and dissolved oxygen were not influenced by the productive period (7.93 and above 6.00 mg/l, respectively), while the Chlorophyll *a* concentration characterized the area as oligotrophic. The solar saltworks activity has caused significant impacts on the environment during its installation phase. In addition, the saltworks operation contributed to the increase of the salinity and concentration of magnesium in the estuaries, which could be detrimental to the ecosystem.

KEYWORDS: apicum, chlorophyll *a*, estuary, pH, salinity, semiarid.

4.1. INTRODUÇÃO

O sal comum, formado principalmente por cloreto de sódio, é considerado elemento indispensável para diversos setores das indústrias alimentícia, química, metalúrgica, agropecuária e farmacêutica, sendo, portanto, matéria-prima para múltiplas atividades econômicas. O método mais tradicional para produção de sal consiste na evaporação solar, onde a água marinha é represada em diques de argila, formando lagoas salinas. Estas lagoas, ou tanques, são expostas à ação do sol e do vento até que, gradualmente, por ação da gravidade ou por meio do uso de moto-bombas, a água com salinidade inicial média de 35g/l circula entre os tanques evaporadores, concentradores e cristalizadores até atingir o ponto de supersaturação do cloreto de sódio, entre 260 e 280 g/l (KURLANSKY, 2010; MEDEIROS et al., 2012).

Para que a produção de sal por evaporação solar seja tecnicamente viável, algumas condições naturais precisam ser atendidas, dentre as quais: proximidade de fontes de água salgada; existências de áreas planas e com solo pouco permeável; precipitação pluviométrica anual baixa ou concentrada em poucos meses do ano; e alta taxa de insolação e evaporação (DINIZ; VASCONCELOS, 2017). Estas exigências fazem com que poucos locais do mundo tenham condições para produzir sal por evaporação em escala industrial, resultando no agrupamento de áreas produtivas em pequenas regiões geográficas.

No Brasil, país que ocupa a oitava posição no ranking dos maiores produtores de sal do mundo, mais de 95% da produção se dá numa área inferior a 200 km², localizada na Costa Branca ou Território do Sal, litoral da região Nordeste (SIESAL, 2017). Embora a alta produtividade salineira contribua para o desenvolvimento socioeconômico da região produtora, também resulta em impactos ambientais negativos, como os manguezais de área basal e número de indivíduos (caules)/ha muito inferiores aos manguezais de áreas não produtoras (LIINGILIEE et al., 2015). Por usar a água do mar como matéria prima, e depender de condições climáticas específicas, as salinas são construídas, normalmente, às margens de estuários e baías de regiões áridas e semiáridas, resultando na ocupação e degradação de grandes áreas de manguezal.

Em Moçambique, por exemplo, a construção de salinas ocupa o segundo lugar dentre as atividades humanas que mais contribuem para o desmatamento dos manguezais, ficando atrás somente da carcinocultura (BARBOSA, 2001). Embora a legislação brasileira obrigue a realização de avaliação de impactos ambientais, estes estudos ainda são pouco frequentes no país, ficando muitas vezes restritos a relatórios técnicos destinados aos órgãos ambientais. Além disso, as poucas referências científicas sobre o tema, trabalhos como, de Bezerra e Batista (2012) e Ferreira et al. (2015), consideram somente os potenciais impactos ambientais da atividade, não contemplando estudos de casos reais, respaldados por dados quantitativos.

Diante do exposto, torna-se necessários estudos que avaliem os impactos ambientais reais da atividade salineira sobre manguezais. Dessa forma, o objetivo desse capítulo foi, através de um estudo de caso, estimar os impactos ambientais ocasionados pela construção e operação de uma salina sobre o manguezal em um estuário localizado na região semiárida do Brasil.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Área de Estudo

O estudo de caso foi desenvolvido na área de influência de uma salina de grande porte, localizada no estuário do Rio das Conchas, município de Porto do Mangue, inserido na região da Costa Branca do Rio Grande do Norte (Figura 1). Para identificação dos impactos ambientais foram analisadas separadamente as duas principais etapas de um empreendimento salineiro: instalação e operação. Na etapa da instalação foram verificadas as alterações na paisagem provocadas pela construção da salina. Na etapa da operação avaliou-se os efeitos do descarte dos efluentes resultantes do processo de produção de sal sobre a qualidade da água do estuário.

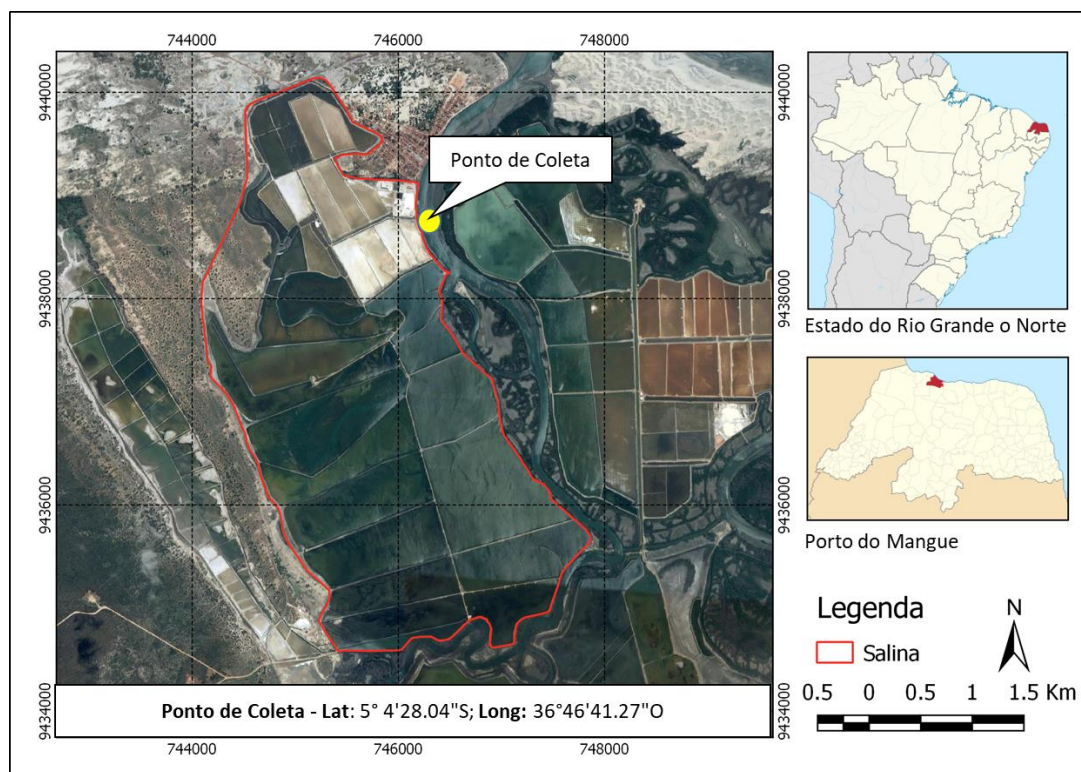


Figura 1. Mapa da área de estudo, situado no estuário do Rio das Conchas, município de Porto do Mangue/RN, bacia hidrográfica do Rio Piranhas/Açú.

4.2.2. Avaliação dos impactos na fase de Instalação

Realizou-se por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento a caracterização da área anteriormente a construção da salina, de forma a possibilitar a comparação da paisagem nas fases antes e após a instalação do empreendimento. A análise desenvolvida consistiu na aquisição, processamento, classificação e mapeamento de imagens ortorretificadas, por meio dos softwares livres SPRING e QGis. O processo se iniciou a partir da captura das imagens orbitais georreferenciadas da área correspondente ao estuário do rio das conchas, e sua planície de inundação fluvial-marinha, disponíveis para download gratuito no catálogo de imagens no site do Earth Explorer.

As imagens obtidas foram oriundas do satélite LANDSAT 5, com uma cobertura máxima de nuvens de 10% e 30 metros de resolução, para o ano de 1984, cenas 215/64. A escolha do ano de obtenção da imagem foi justificada pelo fato de que no referido período a

Salina em questão ainda não havia sido instalada, o que possibilitou a análise da área o mais próximo possível de sua forma natural.

O primeiro passo do processamento das imagens obtidas se deu pela escolha das bandas para a obtenção da composição colorida (RGB). As bandas selecionadas foram: Banda 2 com intervalo espectral 0,52 - 0,60 μm , Banda 3 com intervalo espectral 0,63 - 0,69 e Banda 4 com intervalo espectral 0,76 - 0,90 μm . A composição colorida foi realizada em seguida, sendo definida como BGR, ou seja, banda 2 no canal azul, banda 3 no verde e banda 4 no vermelho, devido a resposta de cada banda ao seu comprimento de onda.

Para a classificação das áreas de manguezal, realizou-se a saturação das bandas 2 e 4, realizando para tal a função de equalização do histograma em cada uma das bandas citadas anteriormente, para que assim a banda 3 pudesse ser ressaltada. A escolha da banda 3 no mapeamento das áreas de manguezal se deu pela grande absorção da vegetação verde, densa e uniforme, permitindo um bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação, além de permitir ótimo contraste de diferentes tipos de vegetação, o que permitiu diferenciar áreas de manguezal de outros tipos de vegetação. Na identificação das Áreas de Apicum, as bandas 2 e 3 foram saturadas, usando a mesma função descrita para as áreas de manguezal. Assim a banda 4 foi a escolhida para ser ressaltada devido a sua sensibilidade à morfologia do terreno, ideal para o mapeamento do Apicum.

Com as áreas de manguezal e apicum identificadas, partiu-se para a classificação supervisionada, utilizando o método de Máxima Verossimilhança por meio do algoritmo MAXVER, em uma limiar de aceitação de 99%. Após a classificação, as áreas de manguezal e apicum foram mapeadas e vetorizadas, onde fora desenvolvido a quantificação de cada área e confeccionado o mapa temático.

4.2.3. Avaliação dos impactos na fase de operação

Para determinar os efeitos da operação da salina sobre o ambiente, representado pelo lançamento de efluentes, realizou-se durante três anos – de janeiro de 2015 a dezembro de 2017 – o monitoramento da qualidade da água no estuário para os períodos não produtivos – ou chuvosos - (janeiro a junho) e produtivos – estiagem - (julho a dezembro) da salina. Foi estabelecido um ponto de coleta imediatamente à frente do canal de descarte da salina (5°4'28.04"S; 36°46'41.27"O), e as amostras foram coletadas mensalmente, a 30 cm de profundidade. Durante o período produtivo, as coletas foram realizadas concomitantemente ao lançamento de efluentes, uma hora após o início do descarte. As variáveis analisadas, bem como

a respectiva metodologia de análise, encontram-se descritas na tabela 1. O número mensal de descartes de efluentes realizados durante todo o período avaliado.

Tabela 1. Variáveis limnológicas monitoradas e métodos de análises utilizados.

Variável	Método
Pluviosidade	Determinada com auxílio de pluviômetros instalados na salina.
Salinidade	Determinada com o auxílio de refratômetro portátil.
pH	Determinado com medidor digital de pH do tipo “eletrodo de vidro” de bancada.
Cálcio	Titulação com EDTA e indicador Negro de Eriocromo.
Magnésio	Titulação com EDTA e indicador Negro de Eriocromo.
Oxigênio Dissolvido	Determinado pelo método polarográfico, com eletrodo imerso em solução eletrolítica padrão e membrana semipermeável, com compensação automática da temperatura e salinidade.
Clorofila <i>a</i>	As amostras foram concentradas sob pressão negativa, em filtros de fibra de vidro de 47 mm de diâmetro. Como solvente utilizou-se acetona 90 %. Após 24 horas de extração, no escuro e à baixa temperatura, as medidas de absorbância foram feitas espectrofotometricamente a 665nm e 759nm de comprimento de onda, antes e após a acidificação com HCL a 1N. As concentrações de clorofila <i>a</i> foram determinadas matematicamente.

4.2.4. Análise Estatística

Os dados foram inicialmente submetidos ao teste de Cramer-von Mises (normalidade) e de Levene (Heterocedasticidade), a partir de então os valores referentes as variáveis limnológicas foram submetidos à análise de variância e teste Tukey a 5% de probabilidade. Para cada diferença significativa observada entre os períodos produtivo e não produtivo, realizou-se uma análise de regressão polinomial de acordo com o número de lançamento de efluentes, de forma identificar se a diferença observada foi decorrente da sazonalidade (precipitação pluviométrica) ou efeito do funcionamento da salina (número de descartes). Os dados foram avaliados através do software estatístico R – Development Core Team (2011).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Impactos na fase de instalação

A salina analisada ocupa uma área de 1.151,57 há, e a partir da análise de sensoriamento, foi possível observar, que esta área era anteriormente composta por canais de maré, também conhecidos como gamboas. Adicionalmente, foram observadas diferentes fitofisionomias, incluindo áreas com vegetação característica de manguezal, áreas com solo exposto típicos de apicum e áreas com vegetação rasteira comum em salgados. As áreas de manguezal, por sua vez, apresentavam um total de 168,40 ha (14,60% do curso d'água), sendo concentradas principalmente na margem do estuário do Rio das Conchas e no entorno dos canais de maré (gamboas). O apicum ocupava maior parte da área, ocupando um total de 912,56 ha (79,25%), enquanto 70,61 ha (6,15%) eram ocupados por vegetação rasteira (Figura 2).

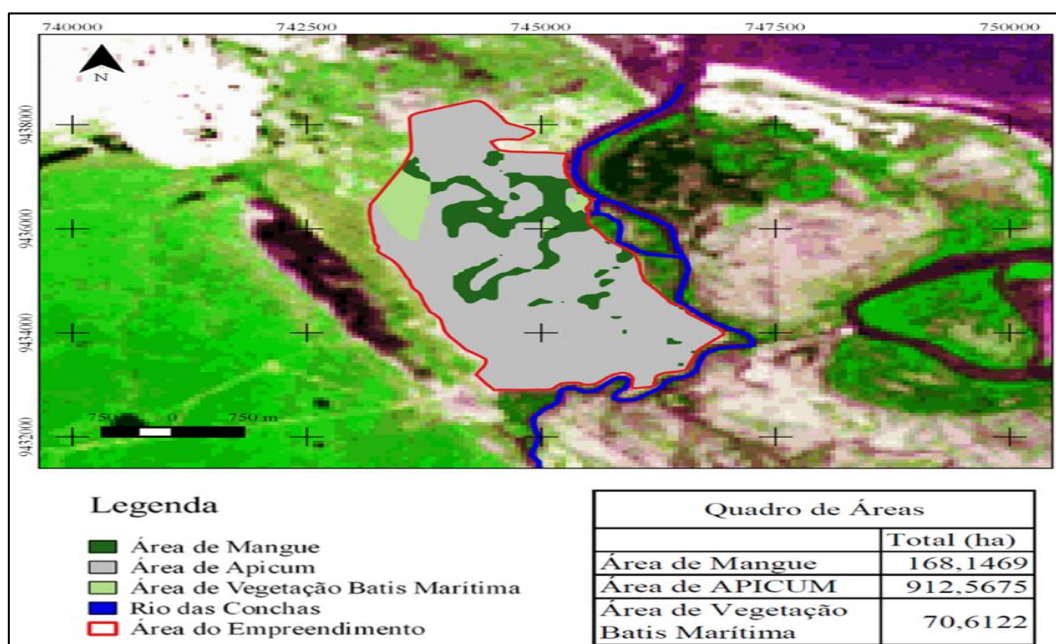


Figura 2. Caracterização da área de estudo anteriormente a instalação da salina.

A instalação da salina provocou o fechamento dos canais de maré e a supressão da vegetação de mangue anteriormente existente, além de ter alterado as condições naturais do apicum por meio do alagamento permanente da área, que passou a ser ocupada pelos tanques de produção (Figura 3).

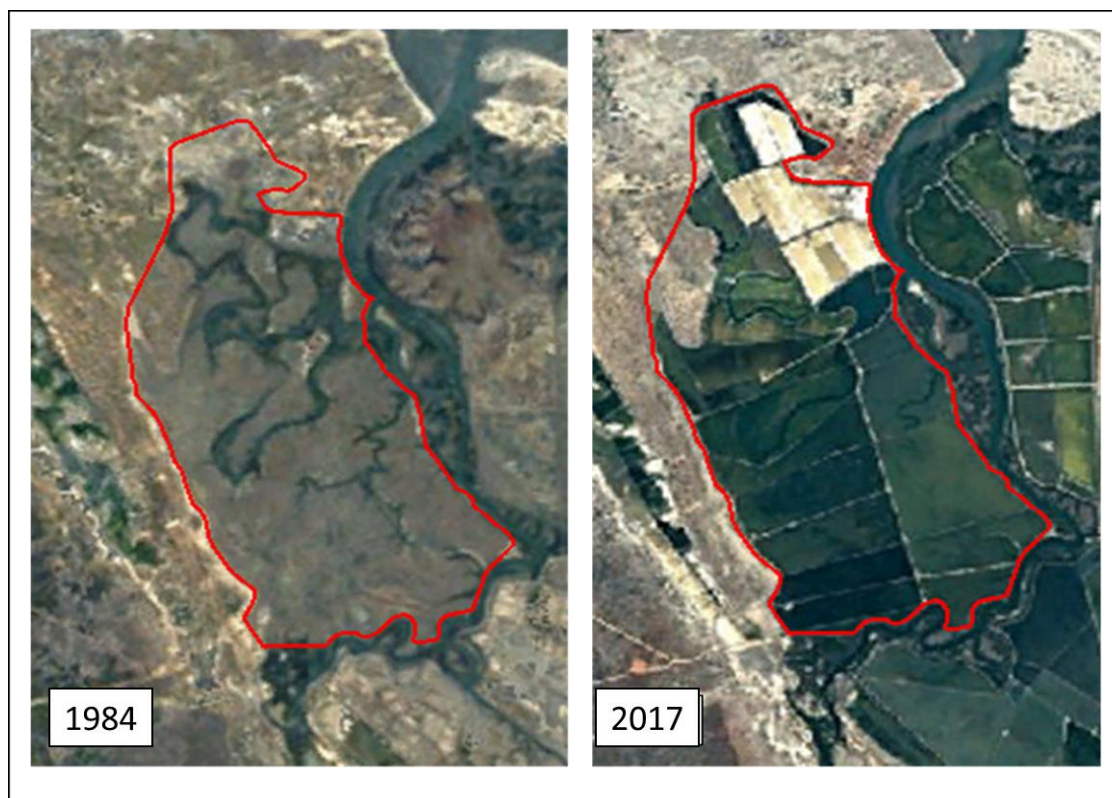


Figura 3. Vista da área de estudo antes e após a construção da salina.

Segundo a Resolução CONAMA 001/86, impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas. Costa et al. (2014), constataram que a ocupação de ecossistemas costeiros para produção de sal é um dos principais impactos ambientais da atividade, verificando uma redução drástica da área de vegetação de mangue em um estuário do litoral da Costa Branca do Rio Grande do Norte, que passou de 4.243,30 ha para 226,30 ha entre os períodos de 1976 e 2008, enquanto a área ocupada por salinas passou de 7.559,30 ha para 15.605,20. De acordo com o Grupo Técnico de Trabalho para Regularização dos Empreendimentos Salineiros - GT-Sal a região possui 3.284,48 hectares de áreas como manguezais, apicuns e dunas ocupadas por salinas (GT-SAL, 2017).

Os canais de marés, vegetação de mangue e apicuns formam um ecossistema complexo e dinâmico conhecido como manguezal, onde são encontrados diversos elos da cadeia alimentar (FERNANDES, 2012). Adicionalmente, os manguezais são componente chave no ciclo do carbono atmosférico (DONATO et al., 2011), tanto na estrutura arbórea quanto no sedimento, atuando como reservatório deste elemento. Convém acrescentar que esses ecossistemas são a base da economia de muitas regiões tropicais costeiras, uma vez que garantem a produção de alimento e renda para populações pesqueiras e desempenham um relevante papel econômico

(ALONGI, 2014; LEE et al., 2014; DUKE; SCHMITT, 2015) e cultural, como a recreação e ecoturismo, para toda a sociedade (UNEP, 2014; JERICÓ-DAMINELLO et al., 2018).

Deve-se destacar ainda o fato de que segundo a legislação brasileira (Lei Federal Nº 12.651/12), os manguezais, em toda a sua extensão, são considerados Áreas de Preservação Permanente (APP), devendo ser resguardada de qualquer atividade efetivamente ou potencialmente danosa. Considerando que, além da importância ecológica e econômica dos manguezais, são classificados como significantes qualquer impacto que resulte na infração da legislação vigente, o impacto produzido pela instalação da unidade de produção de sal é considerado significativo.

4.3.2. Avaliação dos impactos na fase de operação

A salinidade média registrada na área de estudo foi de 37,11 ‰ ($\pm 3,29$), e manteve-se acima dos 30,00 ‰ durante praticamente todo o período avaliado, o que caracterizou o ambiente salino de acordo com a Resolução CONAMA 357/05. O valor da salinidade variou em função da sazonalidade, registrando valores mais baixos durante os primeiros semestres de cada ano, estação chuvosa na região, e valores mais elevados durante o segundo semestre de cada ano, estação seca (Figura 4).

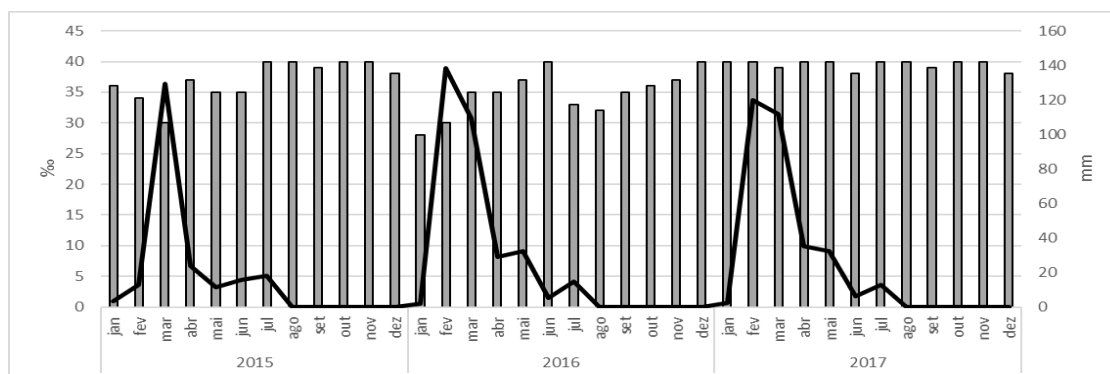


Figura 4. Relação entre salinidade (‰), representadas pelas barras verticais, e a precipitação na área de estudo, representada pela linha em negrito, entre janeiro de 2015 a dezembro de 2017.

A salinidade indica o total de íons dissolvidos na água sendo, uma medida de concentração determinada principalmente pela relação entre a precipitação pluviométrica e a evaporação (MIRANDA et al., 2012). Desta forma, era esperado que valores menores de salinidade fossem registrados durante o primeiro semestre de cada ano. Durante a estação seca, as zonas estuarinas da maioria dos rios do semiárido brasileiro, que são intermitentes e fluem somente durante a estação chuvosa, sofrem forte penetração das águas de origem marinha, que ficam expostas ao processo de evaporação (PINHEIRO; MORAIS, 2010), e como

consequência, muitos estuários situados no semiárido são classificados como salinos ou hipersalinos (MIRANDA et al., 2012; MEDEIROS, 2016). Ainda de acordo com Costa et al. (2015), na estação seca, as planícies estuarinas são inundadas apenas nas marés de sizígia, promovendo o gradativo aumento da salinidade.

Os íons cálcio e magnésio apresentaram concentração média de 440,00 mg/l ($\pm 44,30$) e 1280,00 mg/l ($\pm 250,02$) respectivamente, valores considerados normais para um estuário salino. De modo geral, as concentrações de cálcio e magnésio acompanharam as variações da salinidade, indicando que não houve variação na proporção iônica na proporção iônica durante o período monitorado (Figura 5).

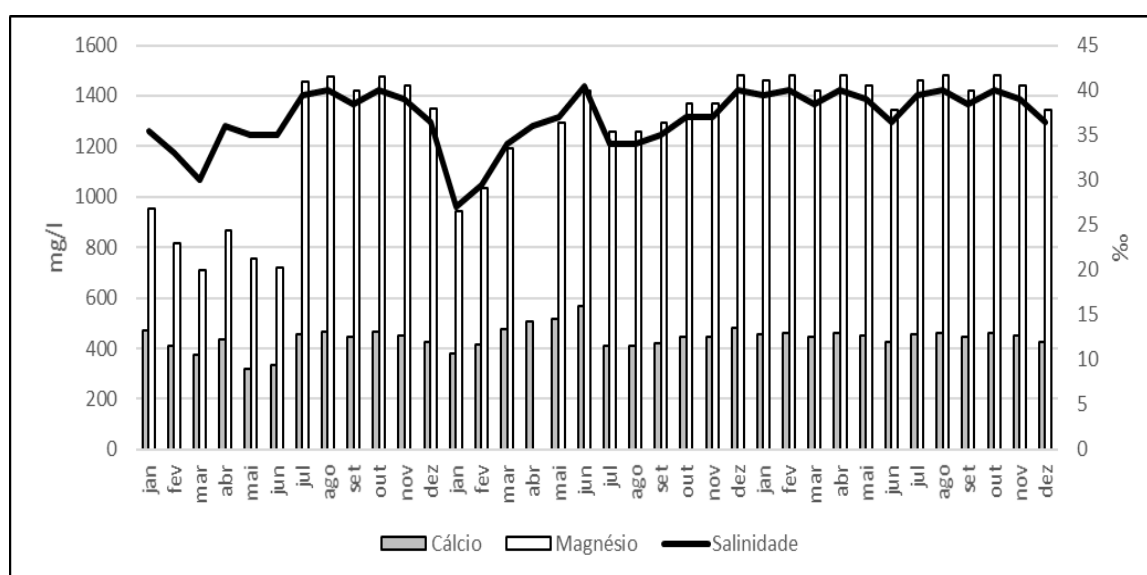


Figura 5. Relação entre salinidade (‰) e as concentrações (mg/l) de cálcio e magnésio na área de estudo entre janeiro de 2015 a dezembro de 2017.

O pH apresentou média de 7,93 ($\pm 0,10$) e não sofreu influência do período produtivo, variando pouco durante o período monitorado, e manteve-se permanentemente alcalino e dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas Salinas – Classe 1, que é entre 6,50 e 8,50 (Figura 6).

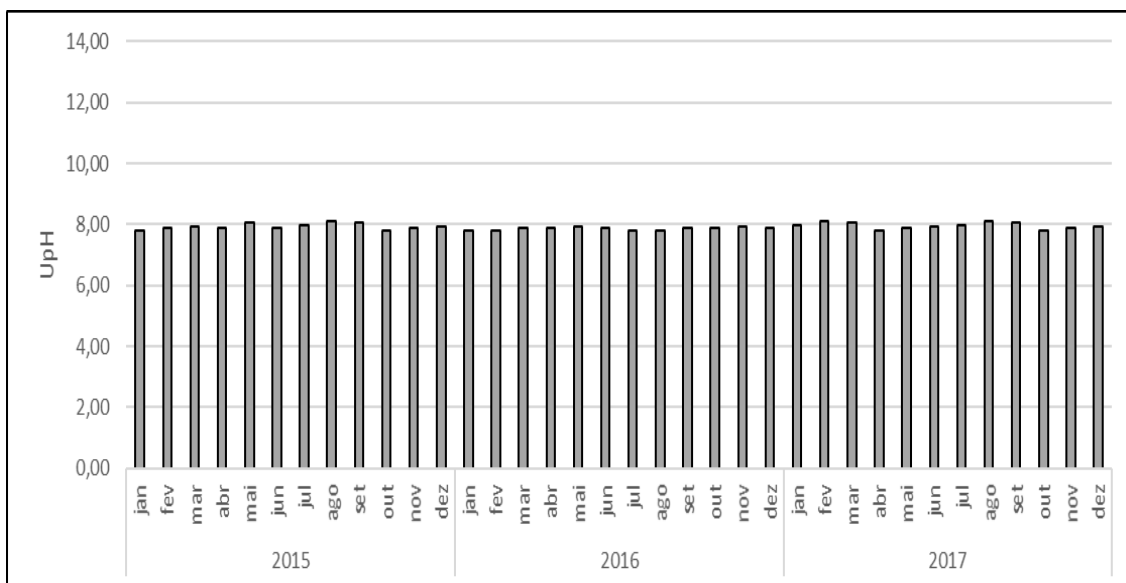


Figura 6. Média mensal do pH (UpH) na área de estudo entre janeiro de 2015 a dezembro de 2017.

Em regiões estuarinas, sabe-se que o pH está relacionado com a quantidade de matéria orgânica em decomposição, o qual é um fator limitante, tanto para a mistura do dióxido de carbono como para o oxigênio dissolvido. Sassi e Watanabi (1980) afirmam que o pH varia de acordo com o fluxo e o refluxo das marés, bem como em relação à temperatura. Nesse contexto, Fernandes et al. (2017) ao avaliarem o pH do estuário do rio Apodi-Mossoró, também na Costa Branca do Rio Grande do Norte, registraram pH também alcalino e pouco variável (média de 7,7) e correlacionaram esse fato à grande influência exercida pela água do mar.

O oxigênio dissolvido registrou média de 6,92 mg/l ($\pm 0,31$) e variou entre a concentração mínima de 6,40 mg/l a máxima de 7,60 mg/l (Figura 7), não sendo verificada influência da produtividade. Este parâmetro é influenciado por fatores como as trocas gasosas entre a água e atmosfera, fotossíntese, decomposição de matéria orgânica, temperatura, salinidade, e é fundamental para o metabolismo dos ecossistemas e indispensável para a fauna, (SANTOS-FERNANDES et al., 2000; FERNANDES et al., 2017). Durante todo o período avaliado o oxigênio se manteve com concentração acima do limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas Salinas – Classe 1, que é de 6,00 mg/l, o que caracterizou o sistema como bem oxigenado.

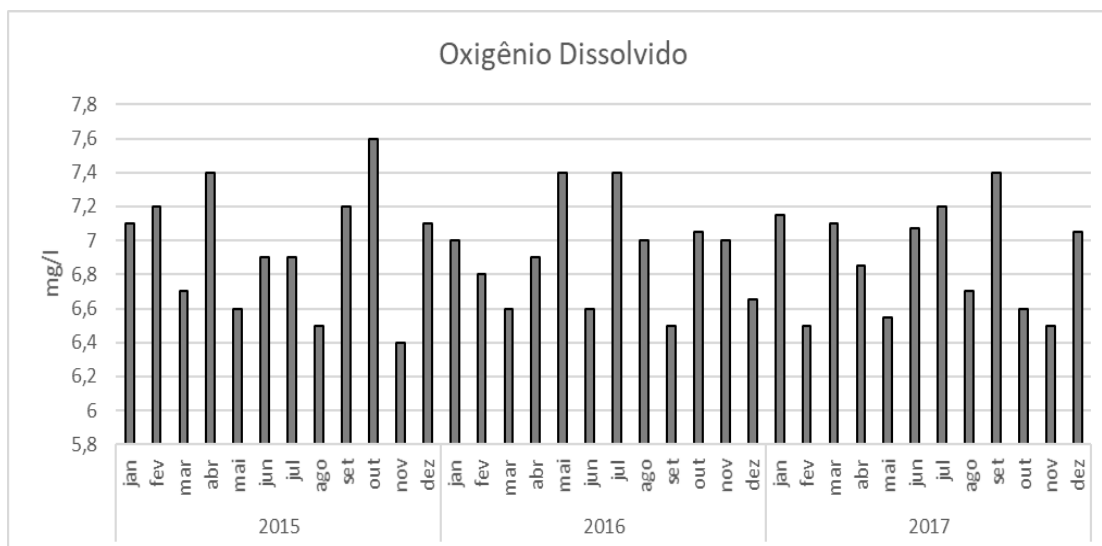


Figura 7. Concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) na área de estudo entre janeiro de 2015 a dezembro de 2017.

A concentração de Clorofila *a* apresentou média de 1,99 $\mu\text{g/l}$ ($\pm 0,67$) variou entre o mínimo de 1,05 $\mu\text{g/l}$ e o máximo 4,10 $\mu\text{g/l}$ (Figura 8), caracterizando a área monitorada como oligotrófica durante todo o período avaliado (TOLEDO JUNIOR et al., 1983), não diferindo entre o período produtivo e não produtivo.

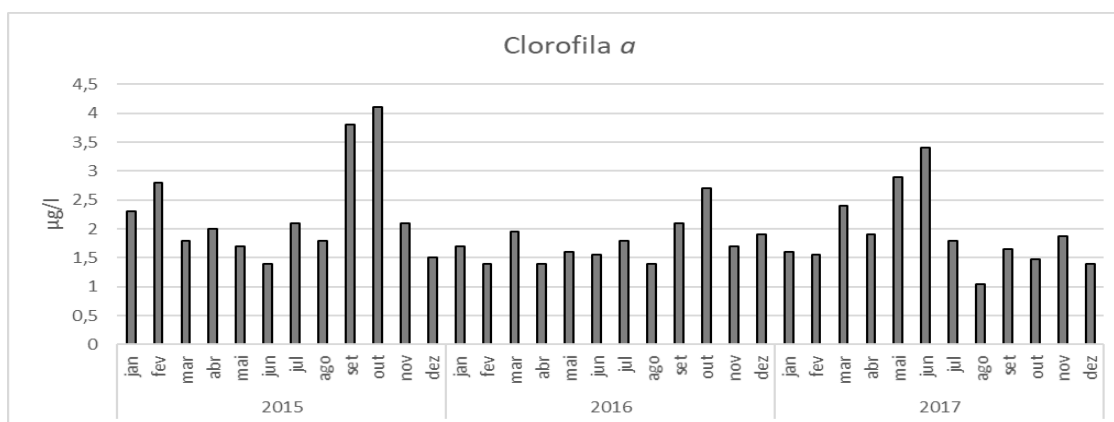


Figura 8. Concentração de Clorofila *a* ($\mu\text{g/l}$) na área de estudo entre janeiro de 2015 a dezembro de 2017.

Corroborando com esse resultado, Fernandes et al. (2017) registraram uma concentração média de 3,49 $\mu\text{g/l}$ de clorofila *a* no estuário do rio Apodi/Mossoró, e também caracterizaram esse ecossistema como oligotrófico. Segundo tais autores, a clorofila *a* é um importante parâmetro para o estabelecimento da trofia de um ecossistema, além do que é uma evidência do crescimento fitoplanctônico.

É importante ressaltar que durante o período monitorado, não foram observadas florações de microalgas. A proliferação desses microrganismos está associada ao processo de

eutrofização artificial, resultante da grande oferta de matéria orgânica, alta intensidade de luz e calor e águas alcalinas (COSTA et al., 2006). Portanto, as concentrações médias de clorofila *a*, associadas à ausência do fenômeno das florações de microalgas no estuário avaliado, asseguram a área estudada não está passando por processo de eutrofização da água.

Dentre as variáveis limnológicas monitoradas, apenas a salinidade e a concentração de magnésio apresentaram diferenças significativas entre os períodos operacional e não operacional da salina (Tabela 2).

Tabela 2. Relação entre as variáveis limnológicas monitoradas e o período (produtivo e não produtivo) da salina.

Parâmetros	Período		Estatística		
	Não produtivo	Produtivo	P	EP	CV (%)
Salinidade (‰)	36,06 ^b	38,16 ^a	0,0003	2,62	15,24
Cálcio (mg/l)	441,67 ^a	446,11 ^a	0,3589	44,72	27,05
Magnésio (mg/l)	1154,00 ^b	1402,00 ^a	0,0001	179,70	14,05
pH (UpH)	7,91 ^a	7,93 ^a	0,0469	0,09	1,20
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	6,91 ^a	6,93 ^a	0,33	4,79	6,91
Clorofila <i>a</i> (µg/l)	1,96 ^a	2,01 ^a	0,67	24,02	1,96

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$); P- Probabilidade; EP – Erro Padrão da Média; CV- Coeficiente de variação.

Embora a sazonalidade possa ser apontada também como responsável por esta diferença, uma vez que os períodos produtivos e não produtivos coincidem com as estações seca e chuvosa respectivamente, observou-se efeito linear com o aumento do número de descarte mensais de efluentes, (Tabela 3) para os mesmos: salinidade ($y = 26,44 + 1,851x$, $R^2 = 0,91$) e magnésio ($y = 1005,80 + 108,30x$, $R^2 = 0,66$).

Tabela 3. Indicadores de Monitoramento ambiental em função do lançamento de efluentes.

Parâmetros	Número de Descartes por mês						ER	P	EP	CV(%)
	0	1	2	3	4	5				
Salinidade (‰) ¹	27,60	28,20	28,80	31,00	34,40	36,40	RL	0,0003	1,02	12,74
Magnésio ² (mg/l)	820	1268	1322	1336	1444	1470	RL	0,0006	138,9	6,36

¹($y = 26,44 + 1,851x$, $R^2 = 0,91$); ²($y = 1005,80 + 108,30x$, $R^2 = 0,66$); ER - Equação de Regressão Polinomial; P- Probabilidade; EP - Erro Padrão da Média; CV- Coeficiente de variação; RL - Regressão Linear ($P < 0,05$); NS – Análise de regressão polinomial não significativa ($P > 0,05$).

Este efeito pode ser explicado pela composição química dos efluentes descartados pela indústria salineira. O processo de produção de sal gera como produto residual as chamadas águas-mães, salmoura que contém altos teores de íons como sódio, potássio, cloreto, sulfato e

principalmente magnésio (ALBUQUERQUE, 2009), e de acordo com Ferrari (2002) para cada litro de efluente gerado na produção de sal, há cerca de 82,80g cloreto de magnésio e 62,30g de sulfato de magnésio. Portanto, a cada descarte realizado um novo volume de salmoura é lançado ao estuário, fazendo com que o efeito linear crescente para os parâmetros salinidade e magnésio fosse previsto.

Quanto ao magnésio, pôde-se observar o aumento da concentração desse íon entre os anos avaliados, sendo este um indicativo de que um longo período produtivo (comum durante em períodos de secas prolongadas), ou a atuação de combinada de várias salinas pode alterar de forma significativa esse parâmetro. Embora o magnésio seja o composto central da molécula de clorofila *a* (STREIT et al., 2005), presente em alguns organismos aquáticos como fitoplâncton, sabe-se que a sua alta concentração pode ser prejudicial ao corpo hídrico, uma vez que alterações nas proporções iônicas da água podem prejudicar a vida aquática e espécies vegetais locais como o mangue (SILVA et al., 2017).

Contudo, deve-se destacar que mesmo havendo o aumento da salinidade, em consequência dos descartes, a classificação do estuário avaliado não foi alterada, permanecendo o mesmo como salino, e os valores da salinidade se mantiveram dentro dos limites considerados adequados para organismos estuarinos e marinhos (inferior a 40,00 ‰), fato que pode ser explicado pela localização da salina analisada, que se encontra a menos 3 km de distância da foz do estuário, onde a taxa de renovação de água e consequentemente a diluição de efluentes é elevada. Além disso, não existem pontos de descartes de outras salinas nas proximidades da área de estudo.

Em áreas mais afastadas da foz, ou onde ocorre grande concentração de salinas, como no estuário do rio Apodi/Mossoró, acidentes ambientais envolvendo o descarte de efluente da indústria salineira já foram registrados. Segundo Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos – SERHID (2007) o lançamento de água-mãe no estuário em 1997, provocou a salinização temporária da região e a mortandade da fauna local, com reflexos negativos diretos sobre a atividade pesqueira e o ecossistema como um todo. Este evento motivou ações por parte dos órgãos fiscalizadores ambientais no intuito de regulamentar o lançamento de efluentes. Tal medida mitigadora vem sendo adotada desde de 2002, e resultou no sistema de controle baseado na restrição de horários para o seu lançamento em função do regime de marés.

4.4.CONCLUSÃO

A atividade salineira provocou impactos significativos sobre o meio ambiente, sendo o mais notável destes, a ocupação e degradação de ecossistemas costeiros como manguezais durante sua fase de instalação. Além disso, a operação das salinas contribuiu para o aumento da salinidade e concentração de magnésio dos estuários, que foi maior no período produtivo, que coincide com o período de estiagem, podendo este aumento ser prejudicial ao ecossistema na hipótese do lançamento de efluentes superar a capacidade de diluição do corpo receptor.

Dessa forma, alternativas que mitiguem estes efeitos, tais como, a recuperação ou compensação das áreas degradadas e o controle da vazão de lançamento de efluentes, associado à busca por técnicas de tratamento ou reuso do mesmo, devem ser incentivadas. Tais medidas possibilitariam o desenvolvimento da atividade salineira de forma sustentável, visto que a produção de sal possui grande relevância no aspecto socioeconômico local e nacional.

4.5. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. S. X. **As Águas-mães: um efluente industrial detentor de um potencial econômico para a indústria salineira do Rio Grande do Norte na Produção de Óxido de Magnésio**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Mossoró Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. 2009.

ALONGI, D. M. Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Ann Rev Mar Sci.*, v.6, p.195-219, 2014.

BARBOSA, F. M. A.; CUAMBE, C. C.; BANDEIRA, S. O. Status and distribution of mangroves in Mozambique. *South African Journal of Botany*, v.67, n.3, p.393- 398, 2001.

BEZERRA, J. M.; BATISTA, R. O. **Aspectos Econômicos e Ambientais da Exploração Salineira do Estado do Rio Grande do Norte**. *Engenharia Ambiental*, v. 9, n. 2, p.3-20, 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 001**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 357/2005**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> Acesso em: 18 nov. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 28 mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 20 nov. 2017.

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, I. A. S.; SANTOS, A. P.; SILVA, A. A.; MELO, S. G.; MENDONÇA, J. M. S.; PANOSSO, R. F.; ARAÚJO, M. F. F. Florações de Algas Nocivas: Ameaça às Águas Potiguares. **Revista da FAPERN**, v.1, n.4, p.14-16, 2006.

COSTA, D. F. S.; MEDEIROS, D. H. M.; COSTA, R. S.; ROCHA, R. M. 2015. O sal de ontem e as salinas de hoje - análise da produção de sal marinho no Rio Grande do Norte.

DASGAN, H.Y.; AKTAS, H.; ABAK, K.; CAKMAK. I. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotypes responses. **Plant Science**, v. 163, p.695-703, 2002.

DINIZ, M. T. M.; VASCONCELOS, F. P. Condicionantes naturais à produção de sal marinho no Brasil. Mercator, Fortaleza, v. 16, e1613b, 2017.

DONATO, D.C.; KAUFFMAN, J. B.; MURDIYARSO, D.; KURNIANTO, S.; STIDHAM, M.; KANNINEN, M. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. **Nature Geoscience**, v.4, p. 293-297, 2011.

DUKE, N. C.; SCHMITT, K. **Mangroves: unusual forests at the sea edge**. Tropical Forestry Handbook, p.1-24, 2015. Disponível em: <<https://research.jcu.edu.au/tropwater/publications/MangrovesUnusualforestsattheseaseedge.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

FERNANDES, R. T. V. 2012. **Recuperação de Manguezais**. 1 ed. Interciência, Rio de Janeiro.

FERNANDES, R. T. V.; OLIVEIRA, J. F.; NOVAES, J. L.; FERNANDES, R.; COSTA, R. S. Composição da comunidade fitoplânctônica no estuário do rio Apodi-Mossoró, Semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n.2, p. 325-337, 2017.

FERRARI, M. B.F.T. **Aproveitamento de águas-mães para recuperação do cloreto de magnésio usado na produção do magnésio metálico**. Dissertação (Mestrado em Química). Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2002.

FERREIRA, S. F. M.; MIRANDA, A. C.; GOMES, H. P. Um estudo de uma comunidade de trabalhadores em salinas: o impacto ambiental e uma proposta em educação ambiental. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 8, n. 10, p. 65-81, 2015.

JERICÓ-DAMINELLO, C.; GASPARINETTI, P.; SEEHUSEN, S. E. Manguezais: Importância e situação no contexto brasileiro. In: GASPARINETTI, P. et. al. **Os valores dos serviços ecossistêmicos dos manguezais brasileiros, instrumentos econômicos para a sua conservação e o estudo de caso do Salgado Paraense**. Documento de Trabalho, abril, 2018.

KURLANSKY, M. **Sal: uma história do mundo**. 2º ed.: São Paulo: SENAC, 2011. 461p.

LEE, S. Y.; PRIMAVERA, J. H.; DAHDOUN-GUEBAS, F. Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. **Global Ecology and Biogeography**, v.23, n.7, p.726–743, 2014.

LIINGILIE, A. S. et al. Effects of salt making on growth and stocking of mangrove forests of south western Indian Ocean coast in Tanzania. **Mediterranean Journal of Biosciences**, v.1, n.1, p. 27-31, 2015.

MEDEIROS R. R.; COSTA, D. F. S.; LUCENA-FILHO, M. A.; BEZERRA, R. M.; MEDEIROS, D. H. M.; AZEVEDO-SILVA, A. M.; ARAÚJO, C. N.; XAVIER-FILHO, L. Brazilian solar saltworks – ancient uses and future possibilities. **Aquatic Biosystems**, v. 8, n.8, p.1-8, 2012.

MEDEIROS, D.H.M. **Ambientes hipersalinos no litoral semiárido brasileiro: zona estuarina do Rio Apodi – Mossoró (RN)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2016.

MIRANDA, L.B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J.O. Interferências de barramentos no regime hidrológico do Estuário do Rio Catú – Ceará - Nordeste do Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 2, p. 237-250, 2010.

SANTOS-FERNANDES, T. L. S.; PASSAVANTE, J. Z. O.; KOENING, M. L.; MACÊDO SILVA, C. A. R. (coord.). Caracterização física, físico-química e química dos estuários Apodi, Conchas, Cavalos, Açú, Guamaré, Galinhos, Ceará-Mirim, Potengi, Papeba e Guaraíra. Relatório final. Natal/RN. IDEMA, 2004, 50p.

SASSI, R.; WATANABE, T. Estudos ecológicos básicos no estuário do rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil. Fitoplâncton e fatores hidrológicos. In: Simpósio Nacional de Ecologia, 2., 1980, Belém. **Anais...** Belém: (s.n.), 1980. p.305 – 313. v.3.

SEMARH. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.semarh.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=17381&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Servi% E7os>. Acesso em: 15 Ago. 2017.

SIESAL. Sindicato da Indústria da Extração do Sal no Estado do Rio Grande do Norte. **Atas das assembleias ordinárias**. Mossoró, Rio Grande do Norte, 2016.

SILVA, C. L. C.; GRIGIO, A. M.; LEMOS FILHO, L. C. A.; OLIVEIRA JUNIOR, H. S. Potencialidade da produção de óxido de magnésio a partir do efluente salino proveniente da produção de sal marinho no município de Grossos/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n.03, p. 894-905, 2017.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As Clorofilas. *Ciência Rural*, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

TOLEDO JUNIOR, A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Balneário Camboriú, Santa Catarina, 1983, p.1-34.

TOGNI, V. G. **Efeito da salinidade sobre a resposta do sistema antioxidante e expressão de HSP70 em siris (gênero Callinectes)**. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular), do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2007. 75f.

UNEP. **The importance of mangroves to people: a call to action**. Edição: VAN BOCHOVE, J.; SULLIVAN, E.; NAKAMURA, T. CAMBRIDGE: UNEP-WCMC.

5. ESTIMATIVA DOS EFEITOS ECONÔMICOS DA RECUPERAÇÃO DOS MANGUEZAIS OCUPADOS POR SALINAS

RESUMO: Os manguezais são ecossistemas de alta produtividade biológica e desempenham funções ecológicas de grande relevância para a população humana. No entanto, atividades antrópicas, como a extração de sal marinho, ocupam grandes áreas desses ecossistemas e contribuem fortemente para a degradação desse importante bioma. Assim, objetivou-se mapear a ocupação de solo pelas Salinas em Áreas de Preservação Permanente (APP's), na região do semiárido brasileiro, e estimar o impacto econômico decorrente da recuperação dessas áreas. O estudo foi desenvolvido no estuário do rio Apodi/Mossoró, através do mapeamento da classe de uso do solo nas APP's desse estuário. Determinou-se o impacto econômico através da atribuição de valores para cada tipo de uso do solo mediante a criação de 4 cenários: 1- Atual; 2- Recuperação de toda a APP ocupada; 3- Recuperação das áreas ocupadas por Evaporadores e Concentradores; 4- Recuperação das áreas ocupadas por Evaporadores. Posteriormente, determinou-se o Custo de Oportunidade (CO) para cada cenário, sendo considerado o modelo mais vantajoso o que obteve o menor valor. Os solos das APP's foram ocupados majoritariamente pelas Salinas, principalmente por Evaporadores, Cristalizadores e Concentradores. A recuperação do cenário 2 teve um CO superior a R\$ 4,5 milhões/ano, enquanto os cenários 3 e 4 resultaram num acréscimo de 2 e 2,1 milhões/ano, respectivamente. A recuperação de toda APP ocupada por Salinas, propiciaria impacto negativo sobre a economia local e nacional. No entanto, a recuperação e conversão de evaporadores em áreas de manguezal, possibilita triplicar a área deste ecossistema, além de um acréscimo substancial da receita anual através dos serviços ecológicos.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas de Preservação Permanente; Código Florestal; Custo de Oportunidade; Ecossistema; Estuário; Mangue.

ECONOMIC IMPACTS OF THE RECOVERY OF MANGROVES AREAS OCCUPIED BY SALTWORKS

ABSTRACT: Mangroves are ecosystems of high biological productivity and play ecological functions of great relevance to humanity. However, anthropic activities, such as the extraction of sea salt, occupy large areas of these ecosystems and contribute greatly to the degradation of this important biome. Thus, the objective was to map land occupation by Saltworks in Permanent Preservation Areas (PPAs) and to estimate the economic impact resulting from the

recovery of these areas. For this, the study was developed in the Apodi-Mossoró estuary, through the mapping of the land use class in the PPA's of this estuary. The economic impact was determined by assigning values for each type of land use through the creation of 4 scenarios: 1- Current; 2- Recovery of the entire occupied PPA; 3- Recovery of the areas occupied by Evaporators and Concentrators; 4- Recovery of the areas occupied by Evaporators. Subsequently, the Opportunity Cost (OC) was determined for each scenario, being considered the most advantageous model that obtained the lowest value. The lands of the PPAs were occupied mainly by the Solar Saltworks, mainly by Evaporators, Crystallizers and Concentrators. The recovery of scenario 2, had a OC of over US\$ 1.2 million/year, while scenarios 3 and 4 resulted in an increase of half million/year. The recovery of all PPA occupied by Saltworks, has a negative impact on the local and national economy. However, the recovery and conversion of evaporators in mangrove areas, makes it possible to triple the area of this ecosystem, in addition to a substantial increase in annual revenue through ecological services.

KEYWORDS: Ecosystem; Estuary; Forest Code; Opportunity Cost; Permanent Preservation Areas

5.1. INTRODUÇÃO

Muitos dos recursos naturais que servem como base para atividades econômicas dependem, de algum modo, de sistemas ecológicos que, por sua vez, produzem uma variedade de serviços, e o uso de forma imprudente desses recursos pode reduzir de maneira irreversível a sua capacidade de carga e de resiliência. Assim, as atividades econômicas precisam ser concebidas de modo a fornecer os incentivos certos para proteger a resiliência dos sistemas naturais (SANTOS; SILVA, 2012).

Desse modo, serviços ecológicos, ou serviços ecossistêmicos, podem ser considerados os benefícios que a população humana obtém dos ecossistemas (ANDRADE; ROMEIRO, 2009), e segundo De Groot et al. (2002) podem ser divididos em quatro diferentes grupos: de regulação (gás, clima, água, entre outros), de habitat (locais que proporcionam habitat para espécies da fauna e flora, como refúgios e estuários), de produção (produção de alimento) e de informação (cultural, recreacional, histórica, espiritual, científica, etc). Nesse contexto, os manguezais são ecossistemas conhecidos por sua alta produtividade biológica e por desempenhar funções ecológicas básicas e de grande relevância, gerando diversos benefícios para a população humana, inclusive econômicos (FENANDES, 2012).

No território brasileiro, embora esteja concentrada a terceira maior área de manguezal do mundo, atividades antrópicas como a carcinocultura, expansão imobiliária e a extração de sal marinho têm contribuído fortemente para a degradação desse importante bioma (FERNANDES, 2012). A partir desse cenário, surgiu, ao longo dos anos, uma grande variedade de mecanismos inovadores para promover a conservação dos ecossistemas brasileiros, onde esforços iniciais concentraram-se em leis que exigem a conservação de áreas ambientalmente sensíveis, e esforços para estabelecer áreas protegidas em âmbito federal, estadual e municipal (PAGIOLA et al., 2013).

A Lei Federal Nº 12.651, mais conhecida como Novo Código Florestal, deu aos manguezais, em toda sua extensão, o status Áreas de Preservação Permanente (APP). Em síntese, área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

No entanto, os manguezais continuam sendo ocupados para o desenvolvimento de atividades econômicas em todo o país. Nesse contexto, uma das atividades econômicas mais expressivas para o Estado do Rio Grande do Norte (RN) é a extração de sal marinho, desenvolvida na região da Costa Branca (Litoral Norte do RN) desde o período colonial brasileiro, e que atualmente constitui um importante setor produtivo, responsável pela geração de mais de 70 mil empregos diretos e indiretos (SIESAL, 2016). Apesar da sua importância econômica e social, a extração de sal depende da ocupação de grandes áreas às margens de estuários e baías de regiões áridas e semiáridas (DAVIS, 2000; MEDEIROS et al., 2012), resultando na degradação dos manguezais existentes na região.

Uma vez constatada essa ocupação, uma das medidas previstas na legislação brasileira vigente consiste na desocupação e recuperação dessas áreas de manguezais. Partindo desse ponto, é provável que a recuperação dos manguezais atualmente ocupadas pela indústria salina promova benefícios ambientais significativos na forma de serviços ecológicos (BARBIER, 2007; NAGELKERKEN et al., 2008; WALTERS et al., 2008; ALONGI, 2014; LEE et al., 2014; DUKE; SCHMITT, 2015), contudo, teme-se que os referidos benefícios não sejam suficientes frente aos custos decorrentes da perda de área produtiva das salinas, que poderia levar, inclusive, algumas empresas à falência, com reflexos sociais como redução da renda e desemprego da população local.

Diante desse conflito socioeconômico-ambiental, e da ausência de estudos que subsidiem decisões a partir da melhor alternativa possível, objetivou-se mapear a ocupação de

solo pela indústria salineira em APPs e estimar o impacto econômico decorrente da recuperação de áreas de manguezal contribuindo para a gestão ambiental dos recursos naturais a partir da incorporação de sua capacidade de provisão.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido no estuário do rio Apodi/Mossoró, localizado no litoral norte do Brasil ($4^{\circ}56'18.29''$ S $37^{\circ}9'2.24''$ O), que possui aproximadamente 43 km de comprimento, se estendendo desde o município de Mossoró, até a foz no oceano Atlântico entre os municípios de Grossos e Areia Branca (Figura 1).

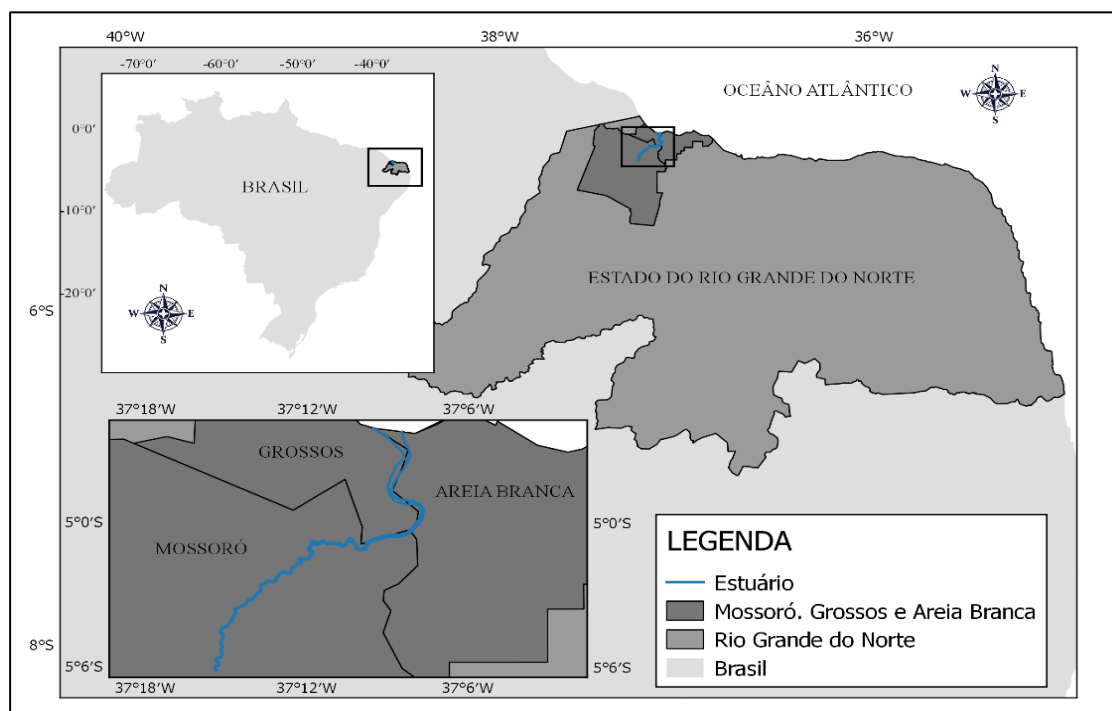


Figura 1. Mapa com a localização do estuário do Rio Apodi-Mossoró, litoral norte brasileiro.

O clima da região, segundo a classificação de KÖPPEN, é semiárido, tipo BSw'h' seco e quente com pluviosidade média anual abaixo de 750 mm/ano evapotranspiração potencial entre 1.500 – 1.600 mm/ano¹. Tais condições climáticas são propícias à atividade salineira, desenvolvida no estuário do Rio Apodi-Mossoró desde o período colonial brasileiro (ROCHA, 2005).

5.2.2. Mapeamento da ocupação do solo

Mapeou-se a classe de uso do solo da APP do estuário do rio Apodi/Mossoró tomando como base as definições de APP de curso d'água, com larguras variando de acordo com a calha do estuário, conforme estabelecido pela Lei Federal N° 12.651 de 25 de maio de 2012 (Tabela 1).

As dimensões da calha de cada trecho do estuário foram medidas com auxílio de imagens do satélite GeoEye-1, com resolução espacial de 0,41 m, e verificadas em campo. As imagens foram georreferenciadas, vetorizadas e, em seguida, geradas as faixas de APP correspondentes. Todas as etapas do processo (georreferenciamento, vetorização e Buffer) foram realizadas com o software livre QGIS versão 2.8.

Tabela 1. Relação entre APP e calha do curso d'água (Lei N° 12.651 /2012).

Largura da calha do leito regular do curso d'água.	Largura da faixa de APP (em cada margem)
Menor que 10 m	30 m
Entre 10 e 50 m	50 m
Entre 50 e 200 m	100 m
Entre 200 e 600 m	200 m
Maior que 600 m	500 m

Após a definição da faixa de APP, o uso e ocupação do solo foram classificadas em duas classes: Salinas e Manguezal. Em seguida, a classe Salinas, por possuir ao longo do seu território áreas com capacidade distinta de geração de receita, foi subdivida em três subclasses: Evaporadores – tanques onde a água captada no estuário fica inicialmente, com salinidade variando entre 35 e 200 ‰; Concentradores – tanques secundários onde a salmoura proveniente dos evaporadores permanece até atingir a salinidade de 260 ‰; e, Cristalizadores – onde ocorre efetivamente a precipitação de cloreto de sódio, com salinidade variando entre 260 e 290 ‰.

5.2.3. Valoração econômica do uso do solo

Foram atribuídos valores para cada tipo de uso do solo, tomando como base a capacidade de geração de receita providos pelos usos diretos dos recursos (Tabela 2). Para a classe Salina, utilizou-se como referência a capacidade de produção sal por hectare (10.000 m²), e o preço médio do sal (R\$) no mercado brasileiro nos últimos 10 anos. Para a classe manguezal,

considerando a ausência de dados sobre a capacidade produtiva do estuário do rio Apodi/Mossoró, utilizou-se como *proxy* da categoria o trabalho de Souza et al. (2011), realizado no estuário do rio Potengi, que fica próximo à área de estudo (aproximadamente 200 km de distância).

Tabela 2. Valor econômico em R\$/ha/ano por categoria do uso do solo no estuário do rio Apodi/Mossoró.

Categoria de uso do solo	Valor econômico estimado (R\$/ha/ano)
Salina – Evaporador	8.000,00
Salina – Concentrador	16.000,00
Salina – Cristalizador	56.000,00
Manguezal*	15.225,00

*Com base em Souza et al. (2011)

Os valores considerados para a classe manguezal dizem respeito apenas à receita obtida através da produção de pescado, não sendo incluídos os valores atribuídos ao turismo e ao tratamento de esgoto, visto que, diferente do estuário do rio Potengi, as atividades de tratamento de efluentes domésticos e turismo não são realizadas no estuário do rio Apodi/Mossoró.

5.2.4. Cenários e efeitos econômicos

Para estimar os possíveis impactos que um projeto de recuperação acarretaria sobre os recursos econômicos no estuário do rio Apodi/Mossoró foram criados 4 cenários: 1 - Cenário Atual; 2 - Recuperação de toda a APP ocupada por salinas; 3 - Recuperação das áreas ocupadas por Evaporadores e Concentradores e, 4 - Recuperação apenas das áreas ocupadas por Evaporadores. Posteriormente, para determinar qual modelo seria mais vantajoso economicamente, cada cenário foi comparado com a receita estimada para o Cenário 1 – atual (sem recuperação das áreas de APPs ocupadas), obtendo-se então o Custo de Oportunidade (YOUNG et al., 2016) para cada cenário (Equação 1), sendo considerado o modelo mais vantajoso aquele que obteve o menor custo de oportunidade.

$$CO = RC - RA$$

Equação 1

Onde:

CO: Custo de Oportunidade

RC: Receita estimada através da recuperação do cenário “n”

RA: Receita estimada para o cenário atual.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1. Mapeamento do uso do solo

A calha regular do estuário do rio Apodi/Mossoró vai desde a largura mínima de 50,95 metros até o máximo de 593,93 metros em sua foz. Dessa forma, de acordo com o Novo Código Florestal, a faixa que compõe a APP em cada uma das margens variou entre 100 e 200 metros, resultando numa APP de 693,22 ha (Figura 2).

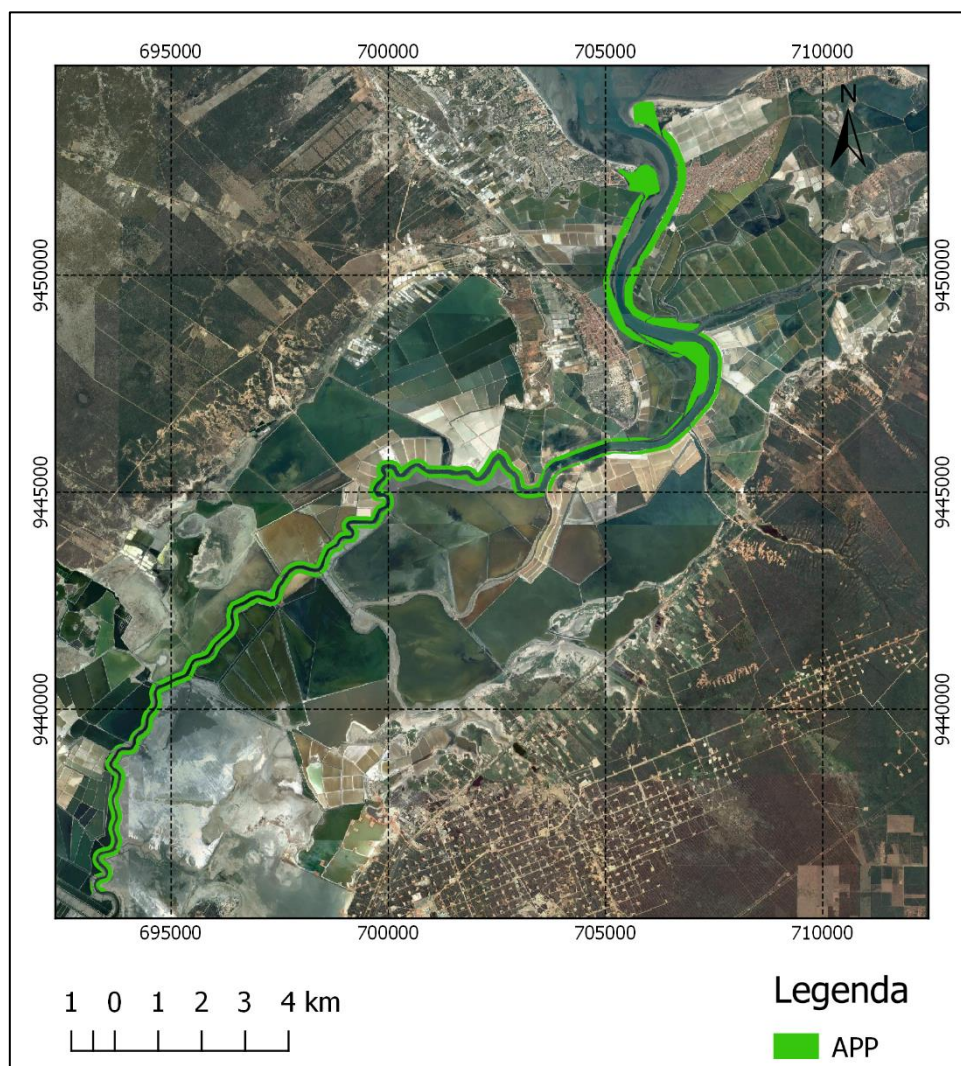


Figura 2. Imagem georreferenciada correspondente à faixa de APP que compõe o estuário do rio Apodi/Mossoró.

Em toda APP avaliada foi possível observar que menos de ¼ da ocupação do solo corresponde à vegetação de mangue, sendo então, a maior área ocupada pelas Salinas, em ordem decrescente, pelas categorias Evaporadores, Cristalizadores e Concentradores (Tabela 3).

Tabela 3. Ocupação da Área de Preservação Permanente (APP) do estuário do rio Apodi/Mossoró por categoria de uso do solo.

CATEGORIA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Manguezal	160,34	23,00
Salina – Concentradores	70,31	10,00
Salina – Cristalizadores	165,05	24,00
Salina – Evaporadores	297,51	43,00
Total	693,22	100,00

Os dados referentes ao uso do solo evidenciem o grau de ocupação dessa APP pelas Salinas, o que pode ser compreendido pelo processo histórico de desenvolvimento dessa região. A economia voltada para a extração de sal marinho ao longo da Costa Branca do Rio Grande do Norte possui aproximadamente 500 anos, e teve início ao observar que nessa região formavam-se grandes várzeas onde a água do mar era represada e cristalizava-se naturalmente (TRINDADE; ALBUQUERQUE, 2005; COSTA et al., 2013).

Por sua vez, a maior área de ocupação observada para as categorias Evaporadores, Cristalizadores e Concentradores, respectivamente, são explicadas pelo próprio processo de produção de sal desenvolvido nas salinas. Uma Salina artificial é composta por imensos tanques escavados em terra, conectados entre si, por onde a água captada (com salinidade média de 35mg/l) gradualmente circula por ação da gravidade ou por meio do uso de motobombas pelos evaporadores (DAVIS, 2000; DE MEDEIROS et al., 2012). À medida que a salmoura percorre a área de evaporação, a salinidade aumenta devido à evaporação da água até que alcance o ponto de supersaturação do cloreto de sódio, que ocorre entre 260 e 280 g/l-, quando então ocorre a precipitação do sal nos cristalizadores, seguida de sua colheita e estocagem (BEZERRA et al., 2012). Assim, é necessária uma maior proporção de área evaporação para possibilitar que a água do mar chegue à etapa de cristalização com a salinidade quase 7 vezes superior à inicial.

Há, portanto, uma razão estimada entre o número de hectares de Cristalizadores e Evaporadores de 1:7 que deverá ser levada em consideração no momento do planejamento de uma Salina. Ainda segundo Bezerra et al. (2012) essa maior proporção de área destinada aos Evaporadores é uma condicionante para o sucesso da indústria salineira, uma vez que, quanto

maior a área de evaporação, mais salmoura concentrada pode ser produzida, e projetos que visem uma menor ocupação de APP, mediante a redução da área destinada aos evaporadores, reduziriam potencialmente a produção de sal.

A partir da análise do mapa de ocupação do solo (Figura 3), foi possível observar que a área de manguezal remanescente está concentrada no baixo estuário (Setor A), enquanto nos estuários médio e superior o uso predominante do solo se dá pelas subclasses Evaporadores e Cristalizadores (Setor B), Evaporadores e Concentradores (Setor C), respectivamente.

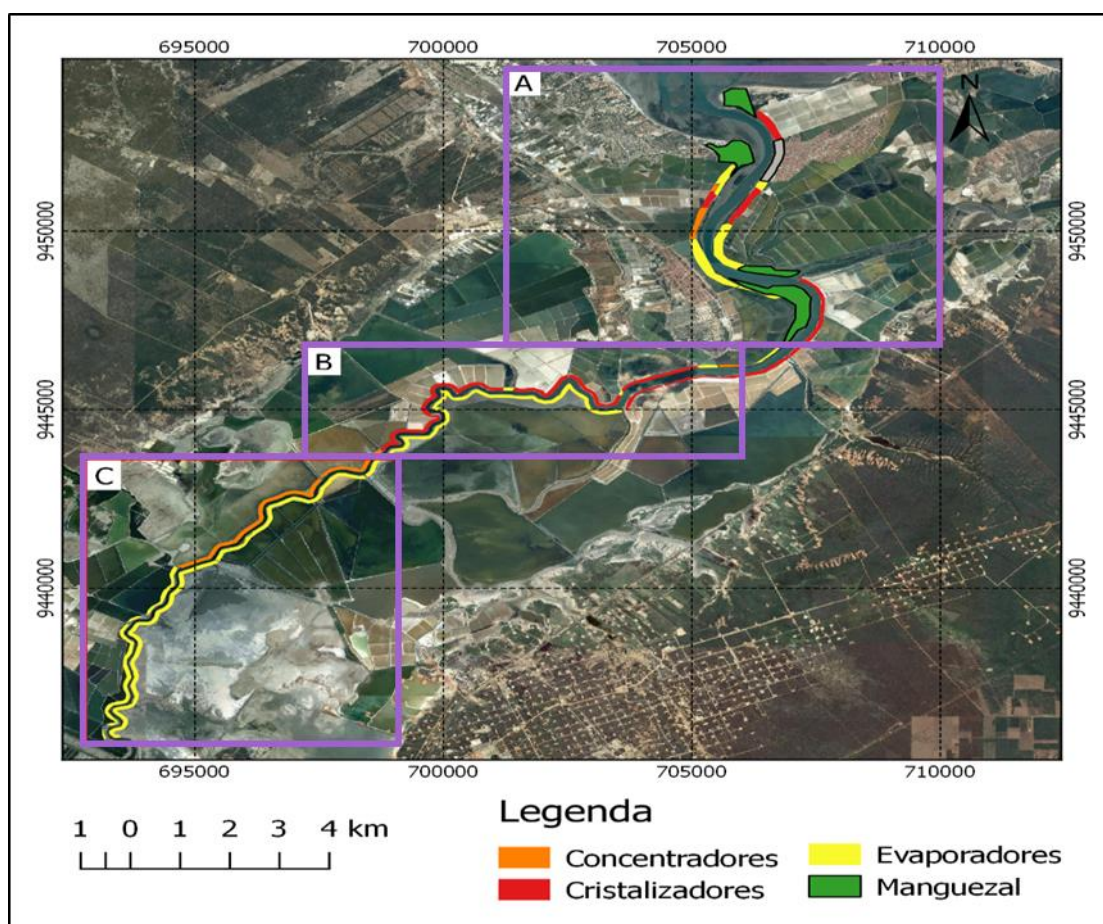


Figura 3. Mapa da ocupação da APP do estuário do rio Apodi/Mossoró em função do tipo de uso do solo. Os quadrantes em vermelho indicam os trechos do estuário (A) baixo, (B) médio e (C) superior.

Através da zonação do estuário, pode-se inferir que a presença do Manguezal no baixo estuário, pode estar relacionada com o menor valor e pouca variação da salinidade, além da ação mais intensa das marés. O Estuário do Rio Apodi/Mossoró é considerado um estuário invertido, onde a salinidade cresce gradualmente, do trecho baixo ao superior, refletindo na distribuição da vegetação de mangue. Corroborando essa afirmação, Medeiros et al. (2010) observaram que no estuário do rio Apodi-Mossoró existe uma zonação da vegetação de mangue

de acordo com o gradiente de salinidade das suas águas, variando de aproximadamente 35 g/l na foz até 90 g/l nas porções mais interiores. Adicionalmente, Costa et al. (2014) ao avaliarem a fitoecologia e zonação de Manguezal em estuário hipersalino, verificaram que a vegetação de mangue está localizada apenas junto às margens do estuário, em uma formação de franja, sendo identificadas três setores de ocorrência do manguezal: foz, intermediário e montante do estuário, os quais apresentaram relação estreita e inversa com a salinidade.

5.3.2. Cenários e impacto econômico

Ao avaliarmos cada um dos cenários estimados (Tabela 4; Figura 4), pôde-se observar que para o Cenário 2, onde toda APP ocupada por Salinas é recuperada e, conseqüentemente, a área de manguezal do estuário do rio Apodi/Mossoró é praticamente quadruplicada (Figura 5), o Custo de Oportunidade (CO) supera R\$ 4,5 milhões por ano. Segundo Mendes (2018), o CO é entendido como o valor monetário que a indústria deixaria de receber ao abdicar da utilização econômica da ocupação do solo, representando, assim, o valor monetário pelo qual as Salinas estariam dispostas a abrir mão para recuperação das APPs. Portanto, ao adotarmos o Cenário 2 haveria prejuízo socioeconômico sobre a região, representado principalmente pelo risco de fechamento de algumas salinas e conseqüente desemprego da população.

Tabela 4. Receita (R\$/ano) e Custo de oportunidade (R\$) em cada um dos cenários estimados.

Cenários	Receita (R\$/ano)	Custo de Oportunidade (R\$/ano)
1	R\$ 15.189.095,73	R\$ 00,00
2	R\$ 10.554.211,45	-R\$ 4.634.884,28
3	R\$ 17.284.143,84	R\$ 2.095.048,11
4	R\$ 17.338.636,34	R\$ 2.149.540,61

Cenários: 1 - Atual; 2 - Recuperação de toda a APP ocupada por salinas; 3 - Recuperação das áreas ocupadas por Evaporadores e Concentradores e, 4 - Recuperação apenas das áreas ocupadas por Evaporadores.

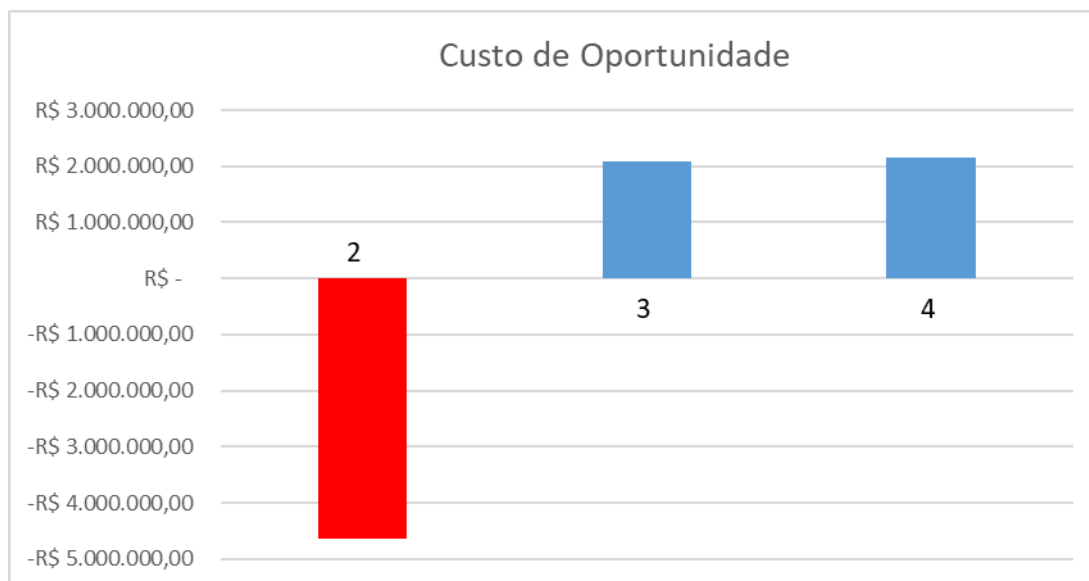


Figura 4. Custo de Oportunidade (R\$) dos cenários estimados em função da Receita (R\$/ano), onde Cenário 2 representa a recuperação de todos os manguezais ocupados por salinas; 3 - Recuperação das áreas ocupadas por Evaporadores e Concentradores e, 4 - Recuperação apenas das áreas ocupadas por Evaporadores.

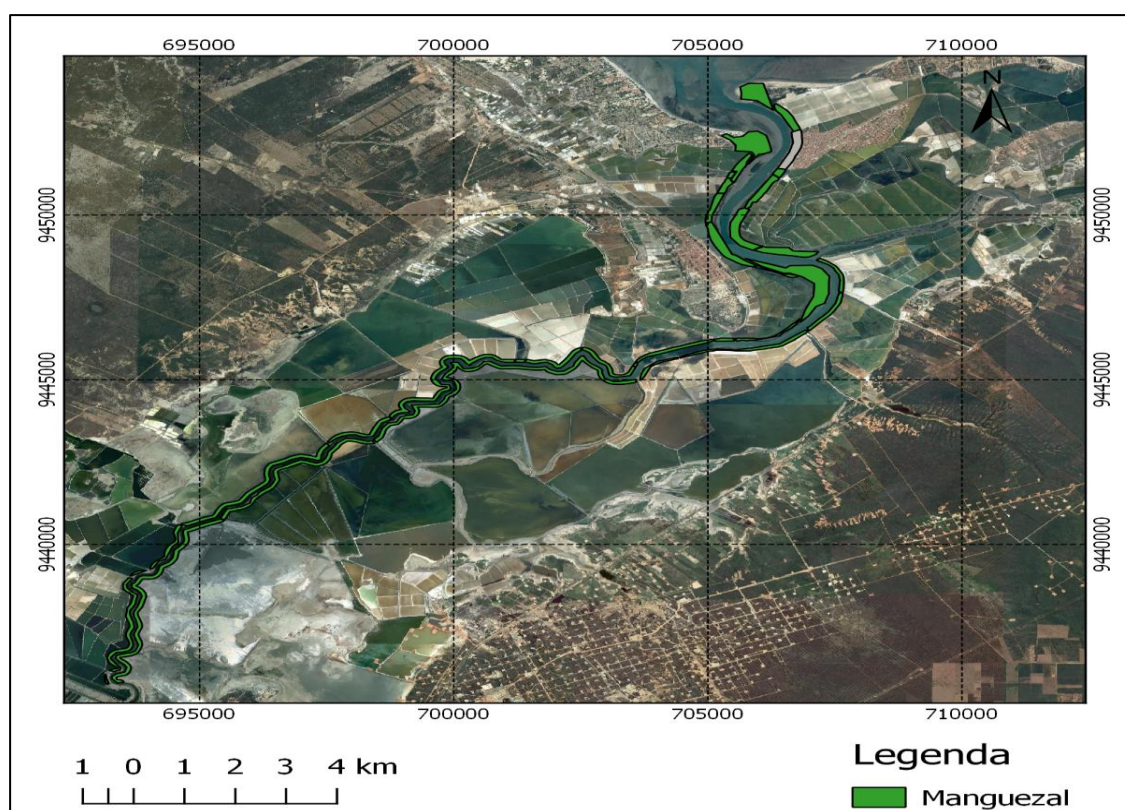


Figura 5. Mapa de simulação da ocupação da APP do estuário do rio Apodi/Mossoró na hipótese de adoção do Cenário 2.

O Cenário 3, triplicaria a área ocupada por manguezal, além de significar uma maior distribuição da vegetação de mangue ao longo do estuário, resultando no fornecimento de mais abrigo para fauna e aumento dos serviços ecológicos de forma geral, resultando em um acréscimo de pouco mais de R\$ 2 milhões de reais por anos na receita obtida no Estuário do Rio Apodi/Mossoró (Figura 6).

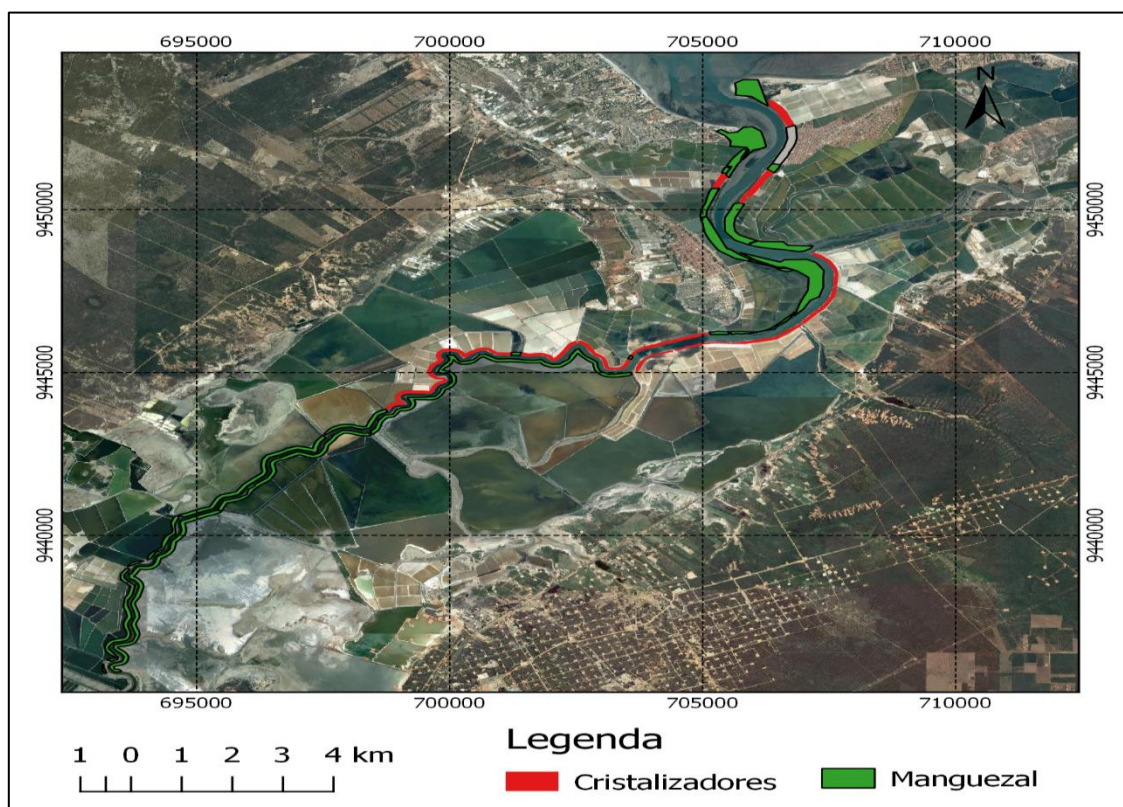


Figura 6. Mapa de simulação da ocupação da APP do estuário do rio Apodi/Mossoró na hipótese de adoção do Cenário 3.

Do ponto de vista econômico, o Cenário 4, onde apenas uma parte dos evaporadores seriam recuperados e convertidos em áreas de manguezal, e as salinas conservariam suas áreas de concentradores e cristalizadores, apresenta-se mais vantajoso, uma vez que, quando comparado à situação atual, a implantação deste Cenário resultaria no acréscimo da receita no estuário do rio Apodi/Mossoró em mais de R\$ 2,1 milhões por ano. Além disso, haveria um ganho substancial na área de manguezal deste estuário, quase triplicando esta categoria de uso do solo, e melhorando a distribuição de mangue ao longo da sua extensão (Figura 7).

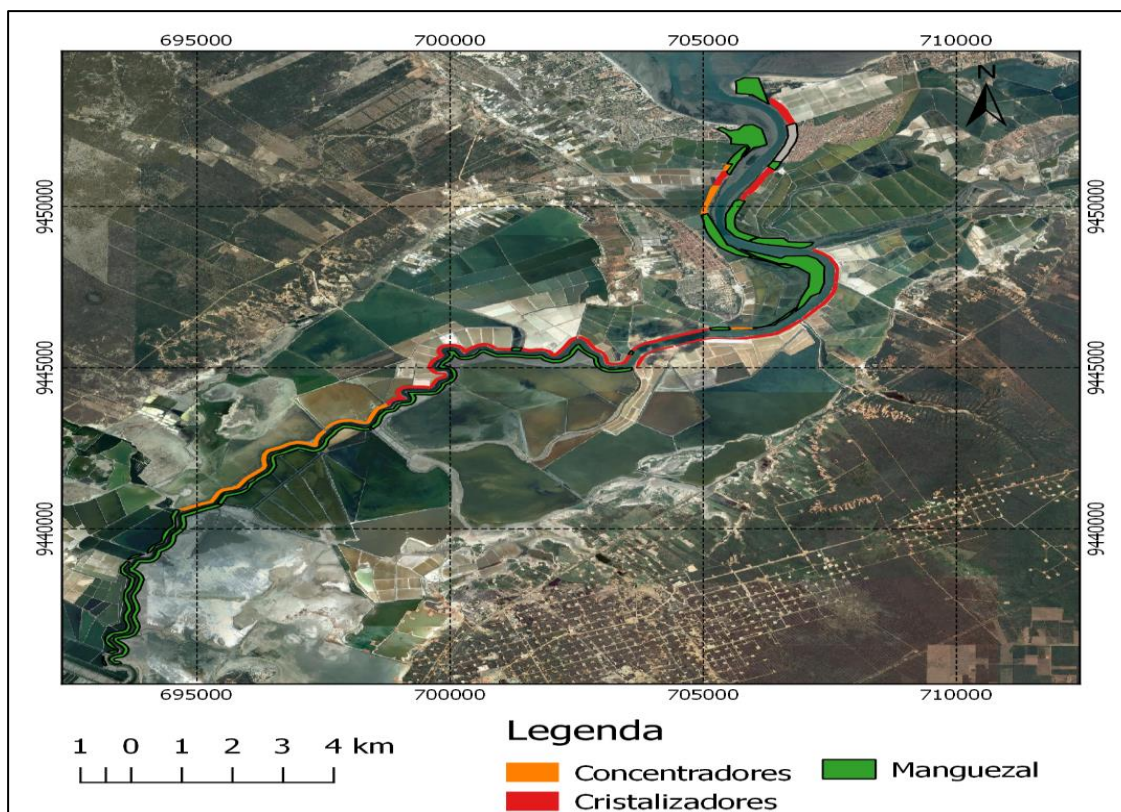


Figura 7. Mapa de simulação da ocupação da APP do estuário do rio Apodi/Mossoró na hipótese de adoção do Cenário 4.

Outro ponto a ser considerado nesse processo, refere-se a real capacidade de recuperação de algumas faixas de APP, pois de acordo com Costa et al. (2012) o solo das áreas onde os Salinas estão instaladas (em especial as áreas de cristalizadores e concentradores) não é adequado ao desenvolvimento de vegetação vascular, especialmente o mangue, que não tolera o alto teor de sais presente no solo.

Portanto, seria pouco provável que, uma vez desocupadas, estas áreas voltassem a se recuperar e a desempenhar suas funções ecossistêmicas. Portanto, diante do exposto e devido a extração de sal desenvolvida no estuário do Rio Apodi-Mossoró ser responsável por gerar milhares de empregos diretos, indiretos e pelo recolhimento de milhões de reais anuais em impostos, entende-se que a recuperação de toda a APP ocupada por salinas, bem como a recuperação das áreas ocupadas por seus Evaporadores e Concentradores, terá impacto negativo sobre a atividade empresarial e, em consequência, resultados previsíveis sobre a economia local e nacional.

De acordo com Appy (2014) ao ocupar o solo de uma APP, algumas medidas poderiam ser tomadas: (a) obrigar a recuperação da área; (b) criar um tributo ou multa por sua ocupação; ou (c) criar uma opção onde o proprietário mantém APP em outra área. A primeira opção tem

custos muito elevados. Já a tributação é de operacionalização muito difícil, inclusive em termos legais. A terceira opção permite que áreas que têm menor salinidade e, consequentemente, maior aptidão para desenvolvimento de vegetação de mangue, onde o valor da ocupação do solo é relativamente baixo sirvam a uma finalidade ambiental grande impacto com custo reduzido. Ou seja, o instrumento mais eficiente para estimular e viabilizar a recuperação dos manguezais pelas salinas, a princípio, é o próprio mercado.

Nesse contexto, a legislação ambiental brasileira concede àqueles que conservam, preservam e recuperam as áreas de preservação, benefícios para a atividade desenvolvida em suas propriedades, onde todos os incentivos seriam proporcionais ao tamanho das áreas de conservação e de preservação e levariam em conta a efetividade dos bens e serviços ambientais produzidos. Na prática, o que existe de mais significativo nesses incentivos é a isenção de alguns impostos. Porém, os cálculos têm demonstrado que o valor dessa isenção é muito pequeno se comparado ao CO de uso dessas áreas, ou seja, o valor por hectare que uma indústria deixa de recolher de imposto por manter suas APPs, é menor do que aquele que ele auferiria se explorasse esse mesmo hectare com uma atividade econômica, como a exploração de sal marinho (BORGES et al., 2011).

Por esta razão, de maneira geral, a conservação ambiental é vista comumente como uma opção que se contrapõe ao desenvolvimento econômico de uma determinada região, pois quando ocorre a comparação entre os benefícios econômicos de uma atividade, com os benefícios da preservação ambiental, têm-se a ideia de que a atividade econômica é mais vantajosa (RIGONATTO, 2006), e é exatamente neste aspecto que a valoração dos serviços ecológicos se faz necessária. Sabe-se que o manguezal presta inúmeros serviços ecossistêmicos, sejam diretos ou indiretos, atuando como importante produtor primário do ambiente marinho, transformando nutrientes minerais em matéria orgânica vegetal (fitomassa), que além de prover sustento para a base de teias alimentares costeiras, geram bens e serviços econômicos (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2012).

Adicionalmente, os manguezais são reconhecidos por sua função como componente chave no ciclo do carbono atmosférico, sendo considerado dentre as florestas tropicais como a mais rica em carbono (DONATO et al., 2011), tanto na estrutura arbórea quanto no sedimento, atuando como reservatório deste elemento. Convém acrescentar que esses ecossistemas são a base da economia de muitas regiões tropicais costeiras, uma vez que garantem a produção de alimento e renda para populações pesqueiras e desempenham um relevante papel econômico para a sociedade como um todo (DUKE; SCHMITT, 2015).

Verifica-se, portanto, que ao considerar os valores econômicos produzidos pelo manguezal, pode-se conciliar a produção do sal e seus benefícios econômicos com a preservação deste ecossistema por meio da recuperação de áreas onde o mesmo estabelecer-se de forma segura e economicamente viável, como sugerido através da recuperação das áreas de evaporadores, enquanto ocorre a manutenção das áreas de Concentradores e Cristalizadores nas Salinas, podendo, inclusive, aumentar a receita gerada na região.

5.4. CONCLUSÃO

A menor presença de vegetação de mangue em APPs ao longo do estuário do Rio Apodi-Mossoró, frente à ocupação majoritária de solos pelas Salinas, principalmente por Evaporadores, Cristalizadores e Concentradores, evidencia o forte desenvolvimento da atividade salineira na região. O Cenário que estima a recuperação de toda a APP ocupada por Salinas, pode propiciar impacto negativo sobre a atividade empresarial, empregos diretos e indiretos e consequentemente, a economia local e nacional.

Uma alternativa viável seria a adoção do Cenário que prevê a recuperação e conversão de evaporadores em áreas de manguezal, havendo, no entanto, a manutenção das áreas hoje ocupadas por Concentradores e Cristalizadores nas Salinas. Tal medida, possibilitaria triplicar a área de manguezal no estuário do rio Apodi/Mossoró, aumentar substancialmente os serviços ecológicos prestados por esse ecossistema, e adicionalmente, evitaria grandes prejuízos à economia local e nacional.

5.5. REFERÊNCIAS

- ALONGI, D. M. **Energetics of mangroves Forests**. New York: Springer Netherlands, 2009.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Campinas: IE/UNICAMP, 2009.
- APPY, B. Considerações para o desenvolvimento de IEs. In: Azevedo, A. A.; Reis, T.; Pires, M. (Orgs.). **Instrumentos econômicos de apoio à implementação do Novo Código Florestal**. 2014. 40p. Disponível em: <http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/2sem2015/outubro/Out.15.34.pdf>. Acesso em: 11 de out de 2018.
- BARBIER, E. B. Valuing ecosystem services as productive inputs. **Economic Policy**, Oxford, v.22, n.49, p.177–229, 2007.
- BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A. Evolução da Legislação Ambiental no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.2, p.447-466, 2009.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A.; COELHO JÚNIOR, L. M.; BARROS, D. A. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, v.41, n.7, 2011.

BEZERRA, J. M.; BATISTA, R. O.; SILVA, P. C. M.; MORAIS, C. T. S. L.; FEITOSA, A. P. Aspectos econômicos e ambientais da exploração salineira no estado do Rio Grande do Norte. **Engenharia Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 3-20, 2012.

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

COSTA, D. F. S.; SILVA, A. A.; MEDEIROS, D. H. M.; LUCENA FILHO, M. A.; ROCHA, R. M.; LILLEBØ, 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 e Natureza**, v.25, n.1, p.21-34, 2013.

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

DONATO, D.C. et al. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. **Nature Geoscience**, v.4, p. 293-297, 2011.

DUKE, N. C.; SCHMITT, K. Mangroves: unusual forests at the sea edge. Tropical Forestry Handbook, p.1-24, 2015. Disponível em:
<<https://research.jcu.edu.au/tropwater/publications/MangrovesUnusualforestsattheseaseedge.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2018.

FERNANDES, R. T. V. **Recuperação de manguezais**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 78p.

LEE, S. Y.; PRIMAVERA, J. H.; DAHDOUN-GUEBAS, F. Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. **Global Ecology and Biogeography**, v.23, n.7, p.726–743, 2014.

MENDES, M. P. **Custos e benefícios da recuperação Ambiental: análise das possibilidades de um PSA na mata atlântica brasileira**. Monografia – Bacharelado em Economia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de economia, Rio de Janeiro, RJ. 2018. 58p.

MEDEIROS R. R.; COSTA, D. F. S.; LUCENA FILHO, M. A.; BEZERRA, R. M.; AZEVEDO-SILVA, A. M.; ARAÚJO, C. N.; XAVIER-FILHO, A. Brazilian solar saltworks – ancient uses and future possibilities. **Aquatic Biosystems**, v. 8, n.8, p.1-8, 2012.

MEDEIROS, A. M. A.; BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, P. R.; ROCHA, R. M.; SILVA, L. F. Salinity and freshwater discharge determine rotifer distribution at the Mossoró River Estuary (Semiarid Region of Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 551-557, 2010.

NAGELKERKEN, I. et al. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. **Aquatic Botany**, v.89, p.155-185, 2008.

RIGONATTO, C. A. “**Quem paga a conta? Subsídios e reserva legal: Avaliando o custo de oportunidade do uso do Solo.**” Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) Programa de Pós-Graduação em Economia - Universidade de Brasília, Brasília, DF. 120p. 2006.

SANTOS, R. C.; SILVA, I. R. Serviços ecossistêmicos oferecidos pelas praias do município de Camaçari, litoral norte do estado da Bahia, Brasil. **Cadernos de Geociências**, v. 9, n. 1, p.47-56, 2012.

SIESAL. Sindicato da Indústria da Extração do Sal no Estado do Rio Grande do Norte. **Atas das assembleias ordinárias**. Mossoró, Rio Grande do Norte, 2016.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. et al. Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os Manguezais brasileiros. In: SOUZA, G.; JUCÁ, K.; WATHELY, M. (Orgs.). **Código Florestal e a Ciência: O que nossos legisladores ainda precisam saber**. 2012. Disponível em: <[http://file:///C:/Users/ferna/Downloads/revista_codigo_florestal_e_a_ciencia-wwf%20\(1\).pdf](http://file:///C:/Users/ferna/Downloads/revista_codigo_florestal_e_a_ciencia-wwf%20(1).pdf)> Acesso em 17 nov. 2017.

TRINDADE, S. L. T.; ALBUQUERQUE, G. J. **Subsídios para o Estudo da história do Rio Grande do Norte**. 2ªed. Natal: Sebo Vermelho, 2005.

WALTERS, B. B. et al. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. **Aquatic Botany**, v.89, n.2, p.220–236, 2008.

YOUNG, C. E. F. et al. (2016) Estudos e produção de subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. **Relatório Final**. Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 93.

6. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL COMO ALTERNATIVA À DESOCUPAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PELA INDÚSTRIA SALINEIRA

RESUMO: A extração de sal marinho, no Brasil, depende da ocupação de grandes áreas às margens de estuários, muitas delas inseridas em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Assim, buscando conciliar a manutenção dos serviços ecológicos prestados pelos ecossistemas e os benefícios socioeconômicos da produção sal, objetivou-se avaliar a viabilidade econômica da Compensação Ambiental (CA) como alternativa à desocupação de APP pelas salinas. Para tanto, 27 salinas instaladas na região da Costa Branca brasileira foram avaliadas quanto à ocupação de APPs, e estimados a CA (Grau de Impacto x Somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento) e o Impacto Econômico (Valor Presente Líquido, com taxa de juros de longo prazo de 7%) da desocupação das APPs. A área produtiva média das salinas foi de 1.099,50 ha, com ocupação de 13,70% de APP. A CA total estimada foi de R\$ 5.937.282,00, enquanto o impacto econômico decorrentes da desocupação das APP pelas salinas foi estimado em R\$ 12.644,48/ha, e uma perda de receita combinada total de R\$ 375.369.142,86. Para todos os empreendimentos avaliados o valor correspondente a CA foi menor que o Impacto Econômico resultante da desocupação das APP. Assim, a CA é uma alternativa economicamente viável atrativa frente à desocupação das APP pela indústria salineira, podendo ainda propiciar ganhos ambientais em decorrência do financiamento de Unidades de Conservação nas áreas de influência dos empreendimentos. Evidenciou-se, contudo, a necessidade do aprimoramento da metodologia usada para estimar a CA, já que fixado um limite máximo, os impactos ambientais provocados pelos empreendimentos são subestimados.

PALAVRAS-CHAVE: Estuários; Impactos Ambientais; Manguezais; Medidas Compensatórias; Salinas; Serviços Ecossistêmicos.

ENVIRONMENTAL OFFSETS AS AN ALTERNATIVE TO THE DISCOUNTS OF PERMANENT PRESERVATION AREAS BY THE SALTWORK INDUSTRY

ABSTRACT: The extraction of sea salt depends on the occupation of large areas at the estuary banks, many of them inserted in Permanent Preservation Areas (PPAs). Thus, the objective was to evaluate the economic viability of Environmental Offsets (EO) as an alternative to the unoccupied PPAs in the saltworks. In order to do so, 27 solar saltworks installed in the region of the Brazilian White Coast were evaluated for the occupation of PPAs and estimated to EO

(Impact Degree x Sum of the investments necessary to implement the project) and Economic Impact (Net Present Value, with long-term interest rate of 7%) of vacating PPAs. The average productive area of the saltworks was 1,099.50 ha, with occupancy of 13.70% of PPAs. The total EO estimated was US\$ \$ 1,530,227.32, while the economic impact resulting from the unoccupied PPAs by the solar saltworks was estimated at US\$ 3,258.88/ha, and a total combined revenue loss of US\$ 96,744,624.45. For all the evaluated enterprises the value corresponding to EO was lower than the Economic Impact resulting from the vacancy of the PPAs. Thus, EO is an economically viable and more attractive alternative to the eviction of PPAs by the saltworks industry and may also provide environmental gains due to the financing of Conservation Units in the areas of influence of the enterprises. However, there is a need to improve the methodology used to estimate the EO, since a maximum limit is set, the environmental impacts caused by the projects are underestimated.

KEYWORDS: Compensatory Measures; Estuaries; Environmental Impacts; Ecosystem Services; Mangroves; Solar Saltworks.

6.1. INTRODUÇÃO

A extração de sal marinho é uma atividade desenvolvida a aproximadamente 500 anos no litoral norte do Brasil (TRINDADE; ALBUQUERQUE, 2005; VITA et al., 2007; COSTA et al., 2013; DINIZ et al., 2015), constituindo um importante setor produtivo, responsável pela geração de mais de 70 mil empregos diretos e indiretos (SIESAL, 2016). Apesar da importância econômica e social, a extração de sal depende da ocupação de grandes áreas às margens de estuários e baías de regiões áridas e semiáridas (DAVIS, 2000; DE MEDEIROS et al., 2012) resultando na degradação de ecossistemas costeiros como manguezais e apicuns (BARBOSA, 2001; COSTA, 2010; GT-SAL, 2017). Esses ecossistemas são reconhecidos por sua alta produtividade biológica, por desempenhar serviços ecossistêmicos de grande relevância econômica e importantes áreas para manutenção da diversidade aquática marinha e dulcícola (FERNANDES, 2012; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2012).

Devido à importância destas áreas para a preservação dos recursos naturais e manutenção da biodiversidade, o governo brasileiro por meio da Lei Federal Nº 12.651/12 (Novo Código Florestal), concedeu a estes ambientes o status Áreas de Preservação Permanente (APP), assegurando a estas, via de regra, proteção integral, estabelecendo ainda sua imediata

desocupação e recuperação em casos de atividades ou ações degradadoras (BRASIL, 2012). Entretanto, a mesma lei deu a possibilidade de desenvolvimento das atividades enquadradas como sendo de Utilidade Pública, dentre estas a mineração, grupo no qual se insere a extração de sal marinho (SANTOS; LEITE, 2011). O aspecto dúbio da legislação resulta em um cenário de conflito e insegurança jurídica, pois dependendo da interpretação, tanto quem defende a desocupação e preservação das APP, como quem defende a permanência da ocupação e o desenvolvimento da atividade salineira encontram respaldo na legislação vigente.

Uma opção para minimizar o conflito consiste na adoção da chamada “Compensação Ambiental” (CA), instrumento econômico de remuneração baseado nos preceitos da valoração ecológica, e que busca traduzir em termos econômicos os valores associados à sustentação da vida, dos bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas naturais (BORN; TALOCCHI, 2002; CAMPHORA; MAY, 2006). A CA vem sendo empregada com sucesso em vários países da União Europeia e nos Estados Unidos da América, onde é utilizada como complemento às medidas de prevenção e mitigação dos impactos ambientais (IUCN, 2004).

No Brasil, o instrumento da CA foi criado por meio da Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), e regulamentado pelo Decreto n. 6.848/2009, e pode ser compreendido como uma forma de compensar os danos ambientais considerados inevitáveis e irreversíveis, atuando como uma “substituição” equivalente de um bem ambiental que será perdido, alterado ou descaracterizado (SÁNCHEZ, 2008). Na prática, quando um determinado empreendimento possui potencial para gerar um dano ambiental que não pode ser evitado, o mesmo é convertido em um valor financeiro a título de compensação, que por sua vez é destinado a Unidades de Conservação (BECHARA, 2009).

É provável que a recuperação das APP atualmente ocupadas pela indústria salineira promova benefícios ambientais significativos na forma de serviços ecológicos (BARBIER, 2007; NAGELKERKEN et al., 2008; WALTERS et al., 2008; ALONGI, 2014; LEE et al., 2014; DUKE; SCHMITT, 2015), contudo, teme-se que os referidos benefícios não sejam suficientes frente aos custos decorrentes da perda de área produtiva das salinas, que poderia levar, inclusive, algumas empresas à falência, com reflexos sociais como redução da renda e desemprego da população local. Diante das incertezas e os riscos envolvidos, e buscando conciliar a manutenção dos serviços ecológicos produzidos pelos ecossistemas costeiros e os benefícios econômicos e sociais produzidos pela produção de sal, objetivou-se avaliar a viabilidade econômica da adoção da CA como alternativa à desocupação de APP pela atividade salineira, e assim auxiliar no processo de tomada de decisão por parte dos gestores públicos.

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no litoral norte do Brasil, na região conhecida como Costa Branca (Figura 1) entre as coordenadas 4°54'24" e 5°10'18" de latitude sul e os meridianos 37°18'08" e 37°02'12" de longitude oeste. Essa localidade compreende os estuários dos rios Apodi-Mossoró, Piranhas-Açu e Galinhos Guamaré, que juntos produzem aproximadamente 95% do sal do país (DINIZ; VASCONCELOS, 2017).

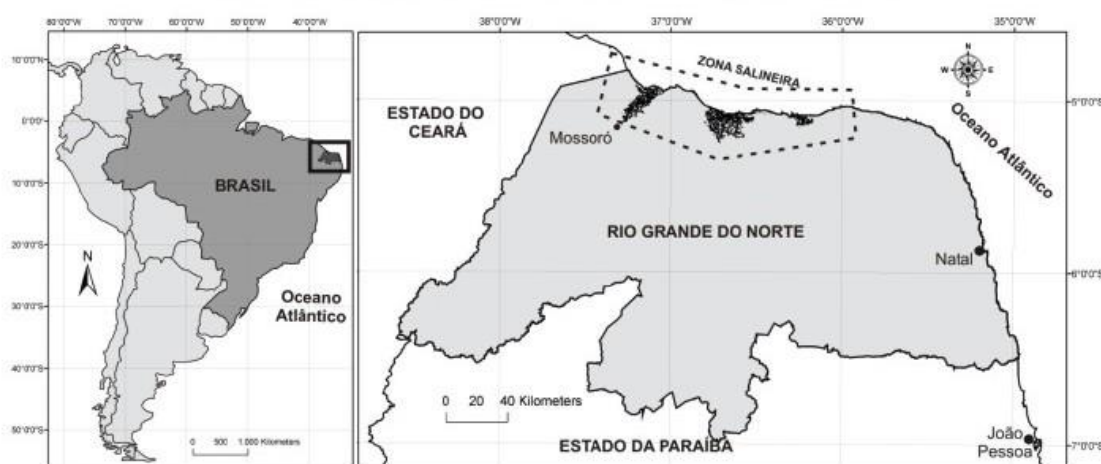


Figura 1. Identificação da área de estudo: Região da Costa Branca ou Zona Salineira delimitada pela linha pontilhada, enquanto os estuários (da esquerda para direita) Apodi-Mossoró, Piranhas-Açu e Galinhos Guamaré estão hachurados em negro.
Fonte: Adaptado de Costa et al. (2012).

6.2.2. Clima

A região é dominada pelas oscilações da Zona de Convergência Intertropical, correspondente à zona de colisão entre as massas de ar úmidas do hemisfério norte e do hemisfério sul, responsáveis pelas estações chuvosa e seca (ROCHA et al., 2011), onde o período chuvoso inclui os meses de fevereiro, março e abril, e a estação seca entre maio e janeiro (EMPARN, 2011). O clima dessa região é semiárido, tipo BSw'h' seco e muito quente (segundo a classificação de KÖPPEN), cuja pluviosidade média anual (inferior a 750 mm/ano) é inferior a evapotranspiração potencial da região (1.500 – 1.600 mm/ano), sendo ideal para a produção de sal marinho em salinas solares (ROCHA, 2005).

6.2.3. Oceanografia

As principais correntes marítimas que margeiam a área de estudo são a Corrente do Brasil, que acompanha o litoral do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, direção norte-sul, com temperatura média de 22°C e a Corrente Equatorial que vai do Rio Grande do Norte ao Amapá, com direção leste-oeste e temperatura média de 25°C. Estas correntes influenciam o clima em todo o litoral brasileiro. A maré local é semidiurna, onde o nível médio (Z0) estabelecido é 139cm acima do RN (Nível de Redução) com médias de preamares de sizígia de 234cm acima do RN, média de preamares de quadratura de 221cm, média de baixa-mares de sizígia de 43cm abaixo do RN e média das baixa-mares de quadratura de 56 cm (FRAZÃO, 2016).

6.2.4. Vegetação

A vegetação encontrada na região é característica de manguezal, constituída por espécies lenhosas, adaptadas às condições específicas e limitantes desse ambiente, como salinidade, substrato não consolidado, pouco oxigenado e frequente submersão pelas marés (SCHAEFFER-NOVELLI; CINTRÓN, 1986). Dessa forma, são observadas principalmente quatro espécies vegetais junto às margens dos estuários que constituem essa região salineira: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Avicennia germinans* (COSTA, 2010).

6.2.5. Fauna

A fauna da Costa Branca é composta por espécies diversas que ocupam os mais variados estratos dos estuários, garantindo o equilíbrio da cadeia ecossistêmica. A microfauna é composta por microcrustáceos (copépodos, cladóceros), nematoides, oligoquetas, poliquetas e rotíferos, dentre outras ordens. São encontrados também moluscos nos estratos do sedimento do manguezal, e/ou ainda nas raízes do mangue, no entanto relatos científicos que identifiquem as espécies são escassos, ou inexistentes (FERNANDES, 2010).

Os crustáceos existentes são, especialmente, de origem marinha como os da ordem decapoda constituída pelas espécies *Ucides cordatus*, *Aratus pisoni*, *Uca maracoani* Latrielle, *Uca* sp. e *Calinectes* sp. e camarões peneídeos das espécies nativas *Farfantepenaeus*

*brasiliensis*arço, *F. subtilis*, *Litopenaeus schmitti* e da introduzida *L. vannamei* (SANTOS et al., 2016).

Quanto a ictiofauna, são reportadas 33 espécies nativas encontradas na região: *Achirus lineatus*, *Anisotremos virginicus*, *Arrchosargus rhomboidalis*, *Arius herzbergii*, *Batrachoides surinamensis*, *Caranx hippos*, *C. latus*, *Cathorops spixii*, *Chaetodipterus faber*, *Centropomus ensiferus*, *C. undecimalis*, *Cynoscion acoupa*, *Diapterus auratus*, *Elops saurus*, *Eucinostomus melanopterus*, *Eugerres brasilianus*, *Hippocampus reidi*, *Haemulon steindachneri*, *Gymnothorax funebris*, *Genyatremus luteus*, *Lutjanus analis*, *Micropogonias furnieri*, *Mugil curema*, *Mycteroperca bonaci*, *Myrophis punctatus*, *Ogcocephalus vespertilio*, *Paralichthys brasiliensis*, *Selene vomer*, *Shoeroides testudineus*, *Sphyraena barracuda*, *Strongylura marina*, *Symphurus plagusia*, *Thalassophryne nattereri* (FERNANDES, 2010).

Além disso, a região é rota para aves migratórias, além de constituir áreas para abrigo e reprodução de 19 espécies Charadriiformes limícolas: *Pluvialis squatarola*, *Charadrius semipalmatus* *C. wilsonia*, *C. collaris*, *Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus*, *Numenius phaeopus*, *Arenaria interpres*, *Calidris canutus*, *C. himantopus*, *C. alba*, *C. minutilla*, *C. pusilla*, *Limnodromus griseus*, *Actitis macularius*, *Tringa melanoleuca*, *T. semipalmata*, *T. flavipes*, *R. niger*, e marinhas: *C. cirrocephalus*, *L. aridae* *S. antillarum*, *S. superciliaris*, *G. nilotica*, *S. hirundo* e *T. sandvicensis*, Sternidae (ELIAS, 2017).

A mastofauna por sua vez não possui grande representatividade nessa região e apenas utilizam a área de manguezal para refúgio e alimentação, com destaque para as espécies *Procyon cancrivorus* e *Cerdocyon thous*. Larvas fitófagas de insetos como mariposas, borboletas e moscas alimentam-se das espécies da vegetação típica do mangue (FERNANDES et al., 2017).

6.2.6. Áreas produtivas e ocupação de app

6.2.6.1. Delimitação de APPs

Mapeou-se a classe de uso do solo da APP do estuário do rio Apodi/Mossoró tomando como base as definições de APP de curso d'água, com larguras variando de acordo com a calha do estuário, conforme estabelecido pela Lei Federal Nº 12.651 de 25 de maio de 2012, mais conhecido como Novo Código Florestal (Tabela 1).

As dimensões da calha de cada trecho do estuário foram medidas com auxílio de imagens do satélite GeoEye-1, com resolução espacial de 0,41 m, e verificadas em campo. As imagens foram georreferenciadas, vetorizadas e, em seguida, geradas as faixas de APP

correspondentes. Todas as etapas do processo (georreferenciamento, vetorização e Buffer) foram realizadas com o software livre QGIS versão 2.8.

6.2.6.2. Levantamento das áreas produtivas e ocupação de APP

Para realização do estudo, foram consideradas apenas as indústrias salineiras que estão instaladas em APP, sendo avaliadas no total 27 salinas com áreas produtivas em áreas de manguezal, apicuns e dunas. Os dados referentes às áreas produtivas de cada salina, bem como as respectivas APP ocupadas foram obtidos a partir do “Relatório conjunto de avaliação técnica ambiental dos empreendimentos salineiros do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil” elaborado pelo Grupo de Trabalho Técnico-Científico - GT-Sal (GT-SAL, 2017), composto por representantes do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, e o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA (Tabela 1).

Tabela 1. Áreas produtivas de Salinas e ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APP) nos sistemas estuarinos na região da Costa Branca, Brasil.

Sistema Estuarino	Nº de Salinas	Área das salinas (ha)	Ocupação de APP pelas salinas (ha)
Apodi/Mossoró	17	13.777,09	1.077,32
Piranhas/Açú	8	12.878,27	1.089,93
Galinhos/Guamaré	2	3.031,05	1.117,23
Total	27	29.686,41	3.284,48

6.2.7. Determinação da compensação ambiental

Para determinar o valor da Compensação Ambiental, utilizou-se os critérios para valoração de impactos ambientais não passíveis de mitigação estabelecidos pelo Decreto nº. 6.848/2009 (Equação 1).

$$CA = VR \times GI \text{ (Equação 1)}$$

onde:

CA = Valor da Compensação Ambiental;

GI = Grau de Impacto;

VR = Somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento.

Por sua vez, o GI é resultante do somatório dos valores estimados para o empreendimento, no que se refere ao Impacto Sobre a Biodiversidade (ISB), Comprometimento de Área Prioritária (CAP) e Influência em Unidades de Conservação (IUC), não devendo ser superior a 0,50 % (Equação 2).

$$GI = ISB + CAP + IUC \quad (\text{Equação 2})$$

onde:

GI = Grau de Impacto;

ISB = Impacto Sobre a Biodiversidade;

CAP = Comprometimento de Área Prioritária;

IUC = Influência em Unidades de Conservação.

O ISB contabiliza os impactos do empreendimento diretamente sobre a biodiversidade na sua área de influência direta e indireta, enquanto o CAP contabiliza os efeitos do empreendimento sobre a área prioritária em que se insere. Os valores do ISB e o CAP variam de 0 a 0,25%, e são calculados tomando como base índices no referido Decreto.

Os valores adotados para cada índice utilizado no cálculo do Grau de Impacto das salinas, bem como suas respectivas justificativas, encontram-se listados na Tabela 2. Nos casos em que houve dúvidas quanto ao atributo mais adequado para enquadramento do empreendimento, optou-se pelo atributo de maior valor, balizado sempre pelo princípio da precaução.

Tabela 2. Índices adotados para a determinação do Grau de Impacto da indústria salineira: Índice Magnitude (IM), Índice Biodiversidade (IB), Índice Abrangência (IA), Índice Temporalidade (IT) e Índice Comprometimento de Área Prioritária (ICAP).

Índice*	Valores mínimos e máximos*	Valor adotado	Atributos	Justificativa
IM	0-3	3	Média magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais.	Conforme o IBAMA, a extração de sal marinho (extração mineral) possui alto potencial poluidor.
IB	0-3	3	Área de trânsito ou reprodução de espécies consideradas endêmicas ou ameaçadas de extinção.	As salinas estão inseridas em regiões estuarinas, área de grande relevância para conservação da fauna e flora aquática.
IA	1- 4	1	Impactos limitados à área de uma microbacia.	Os impactos do empreendimento ficam restritos ao estuário.

IT	1-4	4	Longa: superior a 30 anos após a instalação do empreendimento.	A ocupação da área pelo empreendimento pode durar centenas de anos.
ICAP	0-3	3	Impactos que afetem áreas de importância biológica extremamente alta ou classificadas como insuficientemente conhecidas.	Segundo o Mapa de Áreas Prioritárias do Ministério do Meio Ambiente, o estuário do rio Apodi/Mossoró possui prioridade “Extremamente Alta”.

*Conforme Decreto n. 6.848/2009 (BRASIL, 2009).

Uma vez definidos os valores para cada um dos índices utilizados no cálculo da Compensação Ambiental, seguiu-se o cálculo do ISB (Equação 3) e o CAP) Equação 4).

$$\text{ISB} = \text{IM} * \text{IB} * (\text{IA} + \text{IT}) / 140 \quad (\text{Equação 3})$$

$$\text{CAP} = \text{IM} * \text{ICAP} * \text{IT} / 70 \quad (\text{Equação 4})$$

Em relação à Influência em Unidades de Conservação (IUC), adotou-se o valor 0 (zero), visto que os empreendimentos não estão localizados nas proximidades de Unidades de Conservação ou de sua área amortecimento.

Quanto ao Somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento (VR) neste estudo, utilizou-se o método comparativo direto de dados de mercado, chegando ao montante de R\$ 40.000,00 (Quarenta mil reais) por hectare em cada salina avaliada.

O Impacto Econômico provocado pela desocupação das APP foi estimado com base no fluxo perpétuo de perdas de receitas, utilizando-se o Valor Presente Líquido (VPL), adaptado de Silva e Fontes (2005), sendo a taxa de juros adotada de acordo com a Taxa de Longo Prazo (TLP) de 7%, vigente no país (Equação 5).

$$VPL = \sum_{j=0}^{\infty} R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^{\infty} C_j (1+i)^{-j} \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

R_j = valor atual das receitas;

C_j = valor da receita após desocupação de área;

i = taxa de juros;

j = período em que as receitas ou a desocupação ocorrem; e

n = número de períodos ou duração do projeto

Considerou-se que CA foi viável sempre que os custos decorrentes da mesma foram inferiores ao impacto econômico provocado pela desocupação das APP.

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1. Área produtiva das salinas *versus* ocupação de APP

A área produtiva média dos empreendimentos salineiros foi de 1.099,50 ha, com mínima de 69,00 e máxima de 5.539,90 ha (Tabela 3). Considerando a forma de exploração e colheita de sal, segundo a classificação de Rocha et al. (2012) todas as salinas avaliadas foram consideradas industriais e mecanizadas.

Tabela 3. Salinas, área produtiva (ha), ocupação de Áreas de Preservação Permanente -APP - (ha) e percentual de APP ocupada (%) por salinas na região da Costa Branca, Brasil.

Salinas*	Área Produtiva (ha)	Área de APP Ocupada (ha)	Área de APP Ocupada (%)
GUA	1.663,46	80,86	4,86
FME	2.951,78	60,37	2,05
MIR	1.668,69	188,84	11,32
SLM	494,92	75,81	15,32
SVE	156,50	24,16	15,44
MBO	480,00	37,68	7,85
MAR	1.023,21	33,62	3,29
CEA	232,25	15,57	6,70
SCA	725,92	10,16	1,40
STA	1.087,68	31,71	2,92
SVEII	69,00	5,49	7,96
RSO	153,71	14,40	9,37
SLMII	303,37	58,58	19,31
AGS	115,25	38,73	33,61
UPU	1.842,00	38,79	2,11
PED	722,32	338,86	46,91
MAL	87,03	23,69	27,22
CTA	260,25	2,76	1,06
ARA	1.000,09	249,81	24,98
IMB	3.265,62	280,57	8,59
UMA	565,85	64,69	11,43
SOR	5.539,90	226,86	4,10
SLP	1.318,29	166,95	12,66

SLE	224,05	19,96	8,91
SAR	704,22	78,33	11,12
CAM	360,00	115,39	32,05
ANE	2.671,05	1.001,84	37,51

*Siglas atribuídas aleatoriamente às salinas

Em média 13,70% da área produtiva das salinas encontra-se instalada em APP, oscilando entre o valor mínimo de 1,06% e o máximo de 46,91%. Embora algumas salinas ocupem grandes áreas de preservação permanente, em sua grande maioria, essa ocupação não excede os 10%. Para compreendermos o porquê da ocupação das APP por parte das salinas, é preciso inicialmente destacar que essa ocupação, na grande maioria dos casos, ocorreu décadas e até séculos antes do surgimento do próprio conceito de APP (DINIZ et al., 2015), e que a maior parte das salinas que hoje encontra-se em atividade foi construída em áreas à margem dos cursos d'água que eram periodicamente alagadas pelas marés, onde ocorria, naturalmente, o processo de formação do cloreto de sódio (SILVA COSTA et al., 2014). Além disso, priorizava-se a disposição das salinas o mais próximo possível da margem do estuário, para possibilitar o embarque do sal e o escoamento da produção via fluvial/marítima, havendo, portanto, uma justificativa técnica, logística e econômica para a prática.

6.3.2. Compensação ambiental

O GI calculado para todos os empreendimentos avaliados foi de 0,83%, no entanto, o Decreto 6.848/2009 fixou o valor máximo para esta variável em 0,50%. A diferença entre o GI calculado e o GI máximo fixado pela legislação resultou na perda de R\$ 3.918.606,12 do valor da CA, o que na prática implica em menos recursos destinados a conservação da natureza (Tabela 4). A definição de um limite máximo para o GI é um dos pontos mais polêmicos do método de cálculo da compensação ambiental, e vem sendo questionado por diversos grupos ambientalistas, uma vez que ao determinar um “teto” para os impactos de um empreendimento, afasta-se o princípio da proporcionalidade entre o dano ambiental e a ação reparadora correspondente (ALMEIDA, 2011).

Destaca-se o peso elevado que é dado ao VR do empreendimento no cálculo da CA, que por vezes pode sobressair ao impacto ambiental realmente provocado pelo mesmo. Como exemplo, podemos citar a salina SMA, cuja ocupação de APP é de 33,62 ha, mas o valor referente a CA é maior do que da salina ARA, com ocupação de quase 250 ha, simplesmente pelo fato da salina SMA ter um VR mais elevado. Faiad (2015), ilustra uma situação semelhante, afirmando que a Usina Nuclear de Angra III, orçada em R\$ 13,9 bilhões e ocupando

uma área de apenas 8,2 ha, resultaria numa maior CA quando comparada à Linha de Transmissão de Energia, que ligaria Tucuruí-PA a Manaus-AM, orçada em aproximados R\$ 3 bilhões, sendo necessários para sua instalação a supressão da vegetação ao longo de 1800 km, atravessando 29 municípios e algumas Unidades de Conservação. Exemplos como esse evidenciam a necessidade de revisões e adequações ao método de valoração que permita avaliar os impactos específicos de cada empreendimento sobre o meio ambiente.

Tabela 4. Valor de referência e Compensação Ambiental calculada para as indústrias salineiras da região da Costa Branca brasileira com base no Grau de Impacto (GI).

Salinas	Valor de Referência das Salinas (R\$)	Compensação Ambiental R\$ (GI= 0,83%)	Compensação Ambiental R\$ (GI= 0,50%)
GUA	66.538.400,00	552.268,72	332.692,00
FME	118.071.200,00	979.990,96	590.356,00
MIR	66.747.600,00	554.005,08	333.738,00
SLM	19.796.800,00	164.313,44	98.984,00
SVE	6.260.000,00	51.958,00	31.300,00
MBO	19.200.000,00	159.360,00	96.000,00
MAR	40.928.400,00	339.705,72	204.642,00
CEA	9.290.000,00	77.107,00	46.450,00
SCA	29.036.800,00	241.005,44	145.184,00
STA	43.507.200,00	361.109,76	217.536,00
SVEII	2.760.000,00	22.908,00	13.800,00
RSO	6.148.400,00	51.031,72	30.742,00
SLMII	12.134.800,00	100.718,84	60.674,00
AGS	4.610.000,00	38.263,00	23.050,00
UPU	73.680.000,00	611.544,00	368.400,00
PED	28.892.800,00	239.810,24	144.464,00
MAL	3.481.200,00	28.893,96	17.406,00
CTA	10.410.000,00	86.403,00	52.050,00
ARA	40.003.600,00	332.029,88	200.018,00
IMB	130.624.800,00	1.084.185,84	653.124,00
UMA	22.634.000,00	187.862,20	113.170,00
SOR	221.596.000,00	1.839.246,80	1.107.980,00
SLP	52.731.600,00	437.672,28	263.658,00
SLE	8.962.000,00	74.384,60	44.810,00
SAR	28.168.800,00	233.801,04	140.844,00
CAM	14.400.000,00	119.520,00	72.000,00
ANE	106.842.000,00	886.788,60	534.210,00
TOTAL	1.187.456.400,00	9.855.888,12	5.937.282,00

6.3.3. Impacto econômico da desocupação das app

O impacto econômico (perdas de receitas) decorrentes da desocupação das APP pelas salinas foi estimado em R\$ 12.644,48/ha. A desocupação total das APP pelas salinas resultaria em uma perda de receita combinada de R\$ 375.369.142,86. Os menores impactos econômicos foram compreendidos entre o mínimo de R\$ 315.428,57 referente à desocupação de 2,76 ha de APP pela Salina CTA, e o máximo de R\$ 114.496.000,00 referente à desocupação de uma faixa de 1.001,84 ha de APP pela Salina ANE. Para todos os empreendimentos avaliados o valor correspondente a CA foi várias vezes menor que o impacto econômico resultante da desocupação das APP (Tabela 5).

Tabela 5. Impacto Econômico (R\$) decorrente da desocupação das APP pelas e estimativa da Compensação Ambiental (R\$).

Salinas	Impacto Econômico (R\$)	Compensação Ambiental (R\$) GI= 0,50%
GUA	9.241.142,86	332.692,00
FME	6.899.428,57	590.356,00
MIR	21.581.714,29	333.738,00
SLM	8.664.000,00	98.984,00
SVE	2.761.142,86	31.300,00
MBO	4.306.285,71	96.000,00
MAR	3.842.285,71	204.642,00
CEA	1.779.428,57	46.450,00
SCA	1.161.142,86	145.184,00
STA	3.624.000,00	217.536,00
SVEII	627.428,57	13.800,00
RSO	1.645.714,29	30.742,00
SLMII	6.694.857,14	60.674,00
AGS	4.426.285,71	23.050,00
UPU	4.433.142,86	368.400,00
PED	38.726.857,14	144.464,00
MAL	2.707.428,57	17.406,00
CTA	315.428,57	52.050,00
ARA	28.549.714,29	200.018,00
IMB	32.065.142,86	653.124,00
UMA	7.393.142,86	113.170,00
SOR	25.926.857,14	1.107.980,00
SLP	19.080.000,00	263.658,00
SLE	2.281.142,86	44.810,00
SAR	8.952.000,00	140.844,00
CAM	13.187.428,57	72.000,00
ANE	114.496.000,00	534.210,00

É importante ressaltar que a desocupação das APP pelas salinas avaliadas influenciará não somente a produção de sal marinho, mas todos os fatores socioeconômicos inerentes à indústria salineira, uma vez que o fluxo perpétuo da perda de receita atinge um montante relevante. Adicionalmente, deve-se considerar a redução, proporcional à área produtiva das salinas, na arrecadação de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), e essa redução deve ser entendida como uma medida de custo social e ambiental da desocupação da APP, com redução de empregos, bem como, os benefícios potencializados pela arrecadação dos impostos.

A partir de uma análise mais aprofundada, observa-se que uma menor arrecadação de ICMS resultará também numa menor destinação de recursos às ações ambientais, pois segundo Lopes et al. (2012), dentre os 25% do ICMS arrecado e distribuído entre os municípios, 0,5% serão destinados para as unidades de conservação e outras áreas protegidas.

Uma vez que a desocupação das APP pelas Salinas da região da Costa Branca acarretará prejuízos econômicos e sociais (BEZERRA et al., 2012), e por outro lado os danos ambientais resultantes dessa ocupação não são passíveis de mitigação, a CA mostrou-se economicamente viável, pois seu valor total, considerando as 27 salinas avaliadas, foi cerca de 60 vezes menor que os Impactos Econômicos decorrentes da desocupação das APP. Outro ponto que merece ser mencionado para a tomada de decisão quanto à CA ou desocupação das APP diz respeito aos reais ganhos ambientais do recuo dessas áreas pelas salinas, pois segundo Costa et al. (2012) o solo das áreas onde as salinas estão instaladas não é adequado ao desenvolvimento de vegetação vascular, especialmente o mangue, que não tolera o alto teor de sais presente no solo. Portanto, seria pouco provável que, uma vez desocupadas, estas áreas voltassem a se recuperar e a desempenhar suas funções ecossistêmicas.

Desta forma, além de representar um menor custo econômico, a CA dá a possibilidade de que uma área ambiental equivalente a área degradada possa ser melhorada para que se alcance o melhor resultado em termos de serviços ecossistêmicos (HEYES; MORRISON-SAUNDERS, 2012), especialmente nos casos de aplicação dos recursos em Unidade de Conservação, garantindo resultados positivos para o ambiente (EPA, 2006). A CA tem sido elogiada como uma ferramenta para fornecer uma abordagem mais flexível e econômica do desenvolvimento, enquanto se obtém melhores resultados ambientais (TEN et al, 2004). Também tem sido sugerido que a CA poderia garantir aos empreendimentos maior celeridade para obtenção de licenciamento para operação (ICMM, 2005).

Quanto as etapas e atores do processo da CA, esse tem início no licenciamento, quando o órgão licenciador, faz a valoração do *quantum* da compensação a ser paga pelo empreendedor.

Posteriormente o Comitê de Compensação Ambiental Federal – CCAF, assume a tarefa de destinar esses recursos às Unidades afetadas. Só então, são repassados aos órgãos gestores das unidades de conservação, em âmbito federal o ICMBio, para que executem de acordo com as ações elencadas no Art. 33 do Decreto 4.340/2002. A destinação por sua vez, torna-se a etapa mais importante no sentido: dano compensado = ganho em conservação (aumento no nível de proteção, melhoria de processos ecológicos, aumento de sensibilização pró-ambiente e etc), pois é momento onde a administração se embasa de informações para dar o destino mais estratégico para os recursos (FAIAD, 2015).

No entanto, BECHARA (2007) defende que a CA não pode ser entendida como uma “autorização para poluir”, e sim, deve ser tomada como um instrumento capaz de compatibilizar desenvolvimento e proteção ambiental. Corroborando com essa afirmação, Meister e Salviati (2009) acreditam que uma política pública ou mesmo a iniciativa privada que considere somente fatores econômicos não vão resolver os problemas socioambientais, sendo necessário uma ação integrada pelas três esferas do governo.

Muitos dos recursos naturais que servem como base para atividades econômicas dependem, de algum modo, de sistemas ecológicos que, por sua vez, produzem uma variedade de serviços, e o uso de forma imprudente desses recursos pode reduzir de maneira irreversível a sua capacidade de carga e de resiliência, afetando ao longo da cadeia, o próprio desenvolvimento econômico. Assim, as atividades econômicas precisam ser concebidas de modo a fornecer os incentivos certos para proteger a resiliência dos sistemas naturais (SANTOS; SILVA, 2012). Nesse contexto, a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005) define os serviços ecológicos, ou serviços ambientais, como os benefícios que o homem obtém dos ecossistemas.

Sabe-se que as áreas de APP ocupadas pelas salinas eram originalmente compostas por manguezais e apicuns, ecossistemas reconhecidos por, direta e indiretamente, prestarem inúmeros serviços ecológicos, como pesca, fixação de carbono, proteção contra erosão, dentre outros (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2012). Conhecendo-se a importância dos manguezais e apicuns da região, e sendo de censo comum que a ocupação dessas áreas podem afetar negativamente esses ecossistemas, torna-se indispensável que os recursos oriundos da CA sejam direcionados à criação e manutenção de Unidades de Conservação em áreas costeiras, principalmente áreas de manguezal, constituindo-se dessa forma, num instrumento que permita a redução do ônus ao meio ambiente e à coletividade, determinando uma conciliação entre proteção ambiental e desenvolvimento econômico (ALMEIDA; PINHEIRO, 2011).

Dessa forma, é indispensável ressaltar a diferença marcante entre a Compensação Ambiental (art. 36 da Lei n.º 9.985/2000) e a “indenização financeira”, visto que a primeira o empreendedor se torna responsável por promover ações que resultem na melhoria da qualidade ambiental (MOTA, 2015). Sob este aspecto, Sánchez (2008), alerta que, para efetividade ecológica da Compensação Ambiental, os recursos gerados devem ser utilizados para criação ou manutenção de Unidades de Conservação na região de influência dos empreendimentos, de forma a distribuir socialmente os impactos (positivos e negativos) do projeto, prevenindo ou minimizando as tensões entre as empresas e as populações locais. As comunidades não percebem os ganhos de serviços ecossistêmicos caso o recurso investido se dê em uma área a mais de 200 km de distância (IUCN, 2012).

Assim, pode-se afirmar que CA constitui uma alternativa frente à desocupação de APP pelo setor salineiro. Adicionalmente, a compensação ambiental pode vir a ser um importante mecanismo para financiamento das Unidades de Conservação no Rio Grande do Norte, visto que o estado possui apenas 7 Unidades de Conservação, e somente a Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Ponta do Tubarão abrange ecossistemas costeiros (CNIP, 2018), e deste modo, assegura-se que a compensação ambiental não se afaste de seu verdadeiro propósito, que é de contrabalançar as perdas ambientais, e não de gerar recursos financeiros (BECHARA, 2009).

6.4. CONCLUSÕES

A Compensação Ambiental é uma alternativa economicamente viável e mais atrativa frente à desocupação das APP pela indústria salineira, podendo ainda propiciar ganhos ambientais em decorrência do financiamento de Unidades de Conservação nas áreas de influência dos empreendimentos.

Evidenciou-se a necessidade do aprimoramento do método usado atualmente para estimar o valor da Compensação Ambiental, uma vez que, ao fixar um limite máximo para compensação, não se reflete a realidade dos impactos ambientais provocados pelos empreendimentos, e ainda se reduz a arrecadação de recursos para criação e manutenção das Unidades de Conservação Brasileira.

6.5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. P.; PINHEIRO, A. C. D. O valor da compensação ambiental. **Revista de Direito Público**, v.6, n.3, p.39-52, 2011.

ALONGI, D. M. **Energetics of mangroves Forests**. New York: Springer Netherlands, 2009.

BARBIER, E. B. Valuing ecosystem services as productive inputs. **Economic Policy**, Oxford, v.22, n.49, p.177–229, 2007.

BARBOSA, F. M. A. et al. Status and distribution of mangroves in Mozambique. **South African Journal of Botany**, v.67, n.3, p.393- 398, 2001.

BECHARA, E. **Uma contribuição ao aprimoramento do instituto da Compensação Ambiental previsto na Lei 9.985/2000**. Tese (Doutorado em Direito), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, SP. 352p. 2007.

BECHARA, E. **Licenciamento e compensação ambiental na Lei do Sistema Nacional das Unidades de Conservação (SNUC)**. São Paulo: Ed. Atlas, 2009.

BEZERRA, J. M.; BATISTA, R. O.; SILVA, P. C. M.; MORAIS, C. T. S. L.; FEITOSA, A. P. Aspectos econômicos e ambientais da exploração salineira no Estado do Rio Grande do Norte. **Engenharia Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 003-020, 2012.

BORN, R. H.; TALOCCHI, S. **Compensações por Serviços Ambientais: sustentabilidade ambiental com inclusão social**. In: BORN, R. H.; TALOCCHI, S. (orgs.). Proteção do capital social e ecológico: por meio de Compensações por Serviços Ambientais (CSA). São Paulo: Peirópolis, p. 27-45, 2002.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 28 mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 6.848, de 14 de maio de 2009**. Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto no 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.

COSTA, D. F. S.; SILVA, A. A.; MEDEIROS, D. H. M.; LUCENA FILHO, M. A.; ROCHA, R. M.; LILLEBØ, 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 e Natureza**, v.25, n.1, p.21-34, 2013.

CAMPORA, A. L.; MAY, P. H. A valoração ambiental como ferramenta de gestão em unidades de conservação: há convergência de valores para o bioma Mata Atlântica? **Megadiversidade**, v.2, n.1-2, p.24-38, 2006.

COSTA, D. F. S. **Análise fitoecológica do manguezal e Ocupação das margens do estuário hipersalino Apodi/Mossoró (RN – Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte. 2010. 75f.

DAVIS J: Structure, function, and management of the biological system for seasonal solar saltworks. **Global NEST Journal**, Greece, v.2, n.3, p.217-226, 2000.

DE MEDEIROS R. R. et al. Brazilian solar saltworks – ancient uses and future possibilities. **Aquatic Biosystems**, v. 8, n.8, p.1-8, 2012.

DINIZ, M. T. M.; VASCONCELOS, F. P. Condicionantes naturais à produção de sal marinho no brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 16, e1613b, 2017.

DUKE, N. C.; SCHMITT, K. Mangroves: unusual forests at the sea edge. Tropical Forestry Handbook, p.1-24, 2015. Disponível em: <<https://research.jcu.edu.au/tropwater/publications/MangrovesUnusualforestsattheseaseedge.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

ELIAS, A. P. R. Salinas artificiais como habitat alternativo para aves limícolas charadriiformes: sazonalidade e uso do habitat no Estuário Apodi-Mossoró, RN, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação), Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró. 81p. 2017.

EPA, Environmental Protection Authority. **Environmental offsets position statement no 9**, Perth: Environmental Protection Authority, 2006.

EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Dados de Precipitação Anual. Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov> Acesso em: 28 jan. 2018

FAIAD, P. J. B. **Contribuição para a melhoria dos critérios de destinação da compensação ambiental federal**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Áreas Protegidas da Amazônia), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 185p. 2015.

FERNANDES, L. L.; COELHO, A. B.; FERNANDES, E. A.; LIMA, J. E. Compensação e incentivo à proteção ambiental: o caso do ICMS ecológico em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.49, n.3, p.521-544, 2011.

FERNANDES, R. T. V. **Biodiversidade nas salinas**. São Paulo: Baraúna, 2010. 106p.

FERNANDES, R. T. V. **Recuperação de manguezais**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 78p.

FERNANDES, R. T. V.; FERNANDES, R. T. V.; PINTO, A. R. M.; OLIVEIRA, J. F.; MELO, A. S.; MARINHO, J. B. M. Ocorrência de *Brassolis* sp. em manguezais à margem do estuário

do Rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, nº 3, p. 617-621, 2017.

FRAZÃO, L. S. **Morfologia submersa do cânion Apodi-Mossoró baseado em dados *in situ* e geotecnologias multifontes**. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Petróleo), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, RN, 122p., 2016.

GT-SAL. Grupo Técnico de Trabalho para Regularização dos Empreendimentos Salineiros. **Relatório ambiental dos empreendimentos estado do Rio Grande do Norte**. Mossoró: GTSAL, 2017. 176 p. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=144940&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Documentos+T%E9cnicos>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

HAYES, N.; MORRISON-SAUNDERS, A. Effectiveness of environmental offsets in environmental impact assessment: practitioner perspectives from Western Australia. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v.25, n.3, p.209-218, 2012.

ICMM, International Council on Mining and Metals. **Biodiversity offsets: a proposition paper**, London: ICMM. 2005.

LEE, S. Y.; PRIMAVERA, J. H.; DAHDOUN-GUEBAS, F. Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. **Global Ecology and Biogeography**, v.23, n.7, p.726–743, 2014.

LOPES, L. S.; BASTOS, P. M. A.; REIS, B. S. Estudo da viabilidade econômico social de um projeto de reflorestamento da área de preservação permanente (APP) de Cataguarino. **Revista de Política Agrícola**, v.21, n.1, p.22-37, 2012.

MEISTER, K.; SALVIATI, V. O investimento privado e a restauração da Mata Atlântica no Brasil. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 2, n. 2, p. 43-57, 2009.

MOTA, M. A função socioambiental da propriedade: a compensação ambiental como Decorrencia do princípio do usuário pagador. **Revista de Direito da Cidade**, v.7, n.2, p.776-803, 2015.

NAGELKERKEN, I. et al. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. **Aquatic Botany**, v.89, p.155-185, 2008.

ROCHA, A. P. B. 2005. **Expansão urbana de Mossoró/RN (período de 1980 a 2004): geografia, dinâmica e reestruturação do território**. (Dissertação de mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN.

ROCHA, A. P. B.; CLAUDINO-SALES, V. C.; SALES, M. C. L. 2011. Geoambientes, uso e ocupação do espaço no estuário do rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 7, n.2, p. 60-75.

ROCHA, R. M.; COSTA, D. F. S.; LUCENA-FILHO, M. A.; BEZERRA, R. M.; MEDEIROS, D. H. M.; AZEVEDO-SILVA, A. M.; ARAÚJO, C. N.; XAVIER-FILHO, L. Brazilian solar saltworks - ancient uses and future possibilities. **Aquatic Biosystems**, v.8, n.8, p.1-6, 2012.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495p.

SANTOS, M. C. F.; SANTOS, C. F.; BRANCO, J. O.; BARBIERI, E. Caracterização da pesca e dos pescadores artesanais de camarões Penaeidae em salina no município de Macau - Rio Grande do Norte. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.42, n.2, p.465-478, 2016.

SANTOS, M. J. L. F.; LEITE, R. A. O conceito de utilidade pública aplicado ao setor salineiro e a controvérsia envolvendo a autorização para supressão de Áreas de Preservação Permanente – manguezais. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 1, n. 1. p. 389- 408, 2011.

SIESAL. Sindicato da Indústria da Extração do Sal no Estado do Rio Grande do Norte. **Atas das assembleias ordinárias**. Mossoró, Rio Grande do Norte, 2016.

SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Valor Esperado da Terra (VET). **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.931-936, 2005.

SANTOS, R. C.; SILVA, I. R. Serviços ecossistêmicos oferecidos pelas praias do município de camaçari, litoral norte do estado da Bahia, Brasil. **Cadernos de Geociências**, v. 9, n. 1, P.47-56, 2012.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, S. A.; COELHO-JR, C.; MENGHINI, R. P.; ALMEIDA, R. Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os Manguezais brasileiros. In: SOUZA, G.; JUCÁ, K.; WATHELY, M. (Orgs.). **Código Florestal e a Ciência: O que nossos legisladores ainda precisam saber**. 2012. Disponível em: <[http://file:///C:/Users/ferna/Downloads/revista_codigo_florestal_e_a_ciencia-wwf%20\(1\).pdf](http://file:///C:/Users/ferna/Downloads/revista_codigo_florestal_e_a_ciencia-wwf%20(1).pdf)> Acesso em 17 nov. 2017.

TEM, K. K.; BISHOP, J.; BAYON, R. **Biodiversity Offsets: Views, Experience and the Business Case**. Gland Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. London: Insight Investmen. 2004.

TRINDADE, S. L. T.; ALBUQUERQUE, G. J. **Subsídios para o Estudo da história do Rio Grande do Norte**. 2ªed. Natal: Sebo Vermelho, 2005.

VITA, S.; LUNA, F. J.; TEIXEIRA, S. Descrições de técnicas da química na produção de bens de acordo com os relatos dos naturalistas viajantes no Brasil colonial e imperial. **Química Nova**, v.30, n.5, p.1381-1386, 2007.

WALTERS, B. B. et al. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. **Aquatic Botany**, v.89, n.2, p.220–236, 2008.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade salineira provocou impactos significativos sobre o meio ambiente, sendo o mais notável destes, a ocupação e degradação de ecossistemas costeiros como manguezais durante sua fase de instalação. Além disso, a menor presença de vegetação de mangue em Áreas de Preservação Permanente (APP) ao longo do estuário do Rio Apodi-Mossoró, frente à ocupação majoritária de solos pelas Salinas, evidenciou o forte desenvolvimento da atividade salineira na região.

A recuperação de toda a APP ocupada por Salinas, propicia impacto negativo sobre a atividade empresarial, empregos diretos e indiretos e consequentemente, a economia local e nacional. Uma alternativa viável seria a recuperação e conversão de evaporadores em áreas de manguezal, pois este possibilita triplicar a área deste ecossistema no estuário do rio Apodi/Mossoró, além de um acréscimo substancial da receita anual através dos serviços ecológicos prestados por esse ecossistema.

Além disso, a Compensação Ambiental é uma alternativa economicamente viável e mais atrativa frente à desocupação das APP's pela indústria salineira, podendo ser usada em conjunto com a recuperação parcial dessas áreas, e ainda propiciar ganhos ambientais em decorrência do financiamento de Unidades de Conservação nas áreas de influência dos empreendimentos.

A recuperação ou compensação das áreas degradadas e o controle da vazão de lançamento de efluentes, associado à busca por técnicas de tratamento ou reuso do mesmo, devem ser incentivadas. Tais medidas possibilitariam o desenvolvimento da atividade salineira de forma sustentável, visto que a produção de sal possui grande relevância no aspecto socioeconômico local e nacional.