

AVALIAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS DA ESTOCAGEM DE SAL MARINHO EM PILHAS

Ana Carolina Vieira Da Silva¹

Prof. Dr. Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes²

Graduanda do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA, anacarolinavs@outlook.com¹.

Dr. em Ciência Animal - Ecologia e Conservação do Semiárido, Prof. Adjunto do DENGÉ da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA, rogerio.taygra@ufersa.edu.br².

RESUMO

O sal marinho é considerado um produto de grande importância para a economia nacional, sendo a maior parte da sua produção concentrada na região da Costa Branca (RN) - composta pelos municípios de Areia Branca, Mossoró, Grossos, Macau, Galinhos e Guamaré. Dentro desse contexto, objetivou-se enfatizar a impactos ambientais causados pela estocagem de sal em pilhas. Para tanto, analisou-se os níveis dos riscos de impactos ambientais causados pelas salinas (Método de Análise das Falhas) e quais etapas produtivas possuem um maior grau de impacto. Foi possível compreender que os impactos causados pelo deslizamento de sal nas pilhas das salinas acontecem de forma mais agravante em três das sete etapas do seu processo produtivo e acabam sendo a parte do empreendimento que causa os maiores riscos. Dessa forma, recomenda-se medidas coerentes ao que é proposto pelo Ministério Público Federal e pelo CONAMA, além de adequadas às peculiaridades de cada salina, para que assim seja possível controlar os principais riscos e danos ambientais por ela causada. No caso estudado, percebeu-se a também necessidade da criação de um Programa de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos para garantir a redução da produção dos resíduos, outro ponto que deve ser destacado é adequação do programa à realidade de cada salina. No entanto, todas devem fazer a preparação do solo desde do levantamento topográfico a compactação do mesmo, como também garantir que a angulação das pilhas esteja adequada evitando futuros riscos ambientais.

Palavras-chave: Impactos ambientais; Controle Ambiental; Salinas.

ABSTRACT

Sea salt is considered a product of great importance for the national economy, and most of its production is concentrated in the Costa Branca (RN) region - composed of the municipalities of Areia Branca, Mossoró, Grossos, Macau, Galinhos and Guamaré. Within this context, the objective was to emphasize the environmental impacts caused by the storage of salt in piles. To this end, we analyzed the levels of risks of environmental impacts caused by the salt flats (Failure Analysis Method) and which production stages have the highest degree of impact. It was possible to understand that the impacts caused by salt sliding in the salt piles happen most aggravating in three of the seven stages of its production process and end up being the part of the project that causes the greatest risks. Thus, it is recommended that measures consistent with what is proposed by the Federal Public Prosecutor and CONAMA, as well as appropriate to the peculiarities of each saline, so that it is possible to control the main risks and environmental damage caused by it. In the case studied, it was also perceived the need to create a Solid Waste Management Program to ensure the reduction of waste production, another point that

should be highlighted is the suitability of the program to the reality of each saline. However, all must prepare the soil from topographic survey to compaction, as well as ensure that the angle of the stacks is adequate avoiding future environmental hazards.

Keywords: Environmental impacts; Environmental control; Salines.

Data de Submissão: 14/08/2019

Data de Aprovação: 14/08/2019

1 INTRODUÇÃO

A forma mais comum para obtenção do sal é por meio da evaporação da água do mar até o ponto em que o cloreto de sódio (NaCl) se cristaliza e precipita. Este processo ocorria naturalmente em planícies de inundação de marés de regiões áridas e semiáridas do mundo, originando as primeiras salinas naturais exploradas pelo homem, cujas referências conhecidas remontam a China, aproximadamente 2.500 a.C (BASS-BACKING, 1931). Com o decorrer dos séculos, as técnicas de produção de sal evoluíram no intuito de dar maior capacidade de controle do processo, convertendo as salinas naturais em artificiais, contudo, mantendo preservada as principais características do processo: alagamento de planícies hipersalinas e exposição da água do mar ao processo de evaporação (FERNANDES, 2017).

No Brasil, grande parte das salinas estão localizadas no litoral setentrional do Rio Grande do Norte (RN), que em razão da combinação de condições climáticas e geográficas, favorece a formação de várzeas onde a água do mar alaga extensas planícies e a consequente cristalização do sal. Nesta região, a atividade salineira é desenvolvida desde o período colonial, (TRINDADE; ALBUQUERQUE, 2005; COSTA et al., 2013), o clima nessa área faz com que os municípios ganhem vantagens, devido a facilidade que existe na precipitação considerando Costa Semiárida Brasileira (CSB), trecho que se estende do Golfo do Maranhão ao Cabo do Calcanhar (RN), (DINIZ, 2016) e se configura atualmente como uma parte significativa da economia do estado, produz cerca de 98% de sal marinho, levando em consideração que na região de Mossoró, Areia Branca e Grossos concentram 55,68% dessa produção (SOCEL, 2018) e 95% contando com toda Costa Branca (TRIBUNA, 2019).

Nesse contexto, o Ministério do Meio Ambiente em parceria com Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade desenvolveu o Projeto de Conservação Efetiva e Uso Sustentável dos Manguezais no Brasil em Áreas Protegidas, que é coordenado pelo Ministério de Meio Ambiente. Adicionalmente, a Lei 12.651 Brasil, 2012) estabelece os manguezais, em toda a sua extensão, como Áreas de Preservação Permanente (APP), restringindo, portanto, a atuação das atividades industriais nessas áreas a fim de minimizar o impacto ambiental.

Impacto Ambiental, segundo a ABNT ISO 14001:2015, pode ser definido como qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das ações e processos produtivos da organização. Por sua vez, o risco ambiental pode ser compreendido como a probabilidade de o impacto ambiental ocorrer. Desta forma, a análise de risco objetiva diagnosticar, avaliar e gerenciar o risco imposto ao meio ambiente e ao homem, visando a prevenção da ocorrência de acidentes potencialmente danosos (CETESB, 2007).

Nesse sentido, empreendimentos como as salinas, desenvolvidas tradicionalmente em áreas próximas aos manguezais, podem contribuir para o aumento da salinização dos

solos desses ecossistemas. Sob essa perspectiva, pesquisas demonstram que em relação à produção salina as etapas de colheita, lavagem e estocagem do sal causam maior impacto ao solo. Dessa forma, há uma grande preocupação com a salmoura que é liberada durante o processo de lavagem e estocagem do sal em pilha, visto que há uma grande quantidade concentrada em sais como cálcio e magnésio (LAURENTINO; SOUZA, 2013).

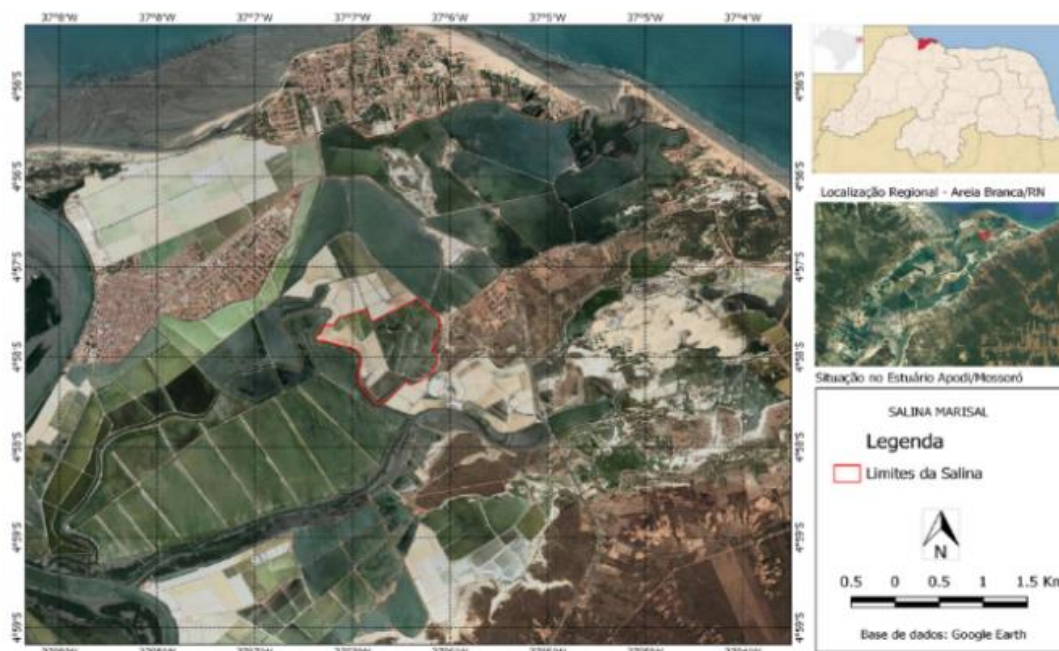
Diante do exposto, objetivou-se identificar as etapas que causam maior impacto ambiental e propor medidas mitigadoras por meio de um projeto para estocagem de sal nas salinas, ressaltando a importância de implantar e avaliar os riscos relacionados às pilhas de sal marinho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A empresa analisada será uma unidade produção de sal marinho. Ela é classificada como uma unidade de extração de minerais não-metálicos, dedicada a produção de sal marinho por evaporação solar da água do mar. O empreendimento opera em uma unidade de extração de sal marinho, conhecida popularmente como salina, construída há mais de 50 anos. Conta com área produtiva total de 87,03 hectares e encontra-se instalada à margem de um canal de maré (Gamboa) do estuário do rio Apodi/Mossoró, no município de Areia Branca/RN (Figura 1).

Figura 1: Planta de localização de georreferenciada da salina.



Fonte: Fernandes (2018)

2.2 Método de pesquisa

O método de pesquisa adotado foi um estudo de caso. Para entender o que vem acontecendo no ramo da indústria salineira, inicialmente foi escolhida uma unidade de produção de sal que abordasse estas características para que pudesse avaliar e quantificar os riscos ambientais no processo produtivo por meio de Análise de Modos e Efeitos de Falha.

Após a identificação preliminar das fontes de impactos ambientais, empregou-se o método FMEA (Análise de Modos de Falhas e Efeitos/*Failure Mode and Effect Analysis*), o que permitiu identificar os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada uma sobre o meio ambiente. A partir dos resultados gerados, foram estabelecidas as prioridades para o tratamento das falhas e as ações recomendadas para prevenção e controle.

Os critérios utilizados para caracterizar as atividades e processos potencialmente impactantes foram:

- causa: identificação da atividade ou processo que pode resultar no impacto ambiental negativo;
- tipo: se refere à frequência com a qual o impacto ocorre. Os impactos ambientais que ocorrem cotidianamente na empresa estudada foram classificados como “real”, por outro lado, os impactos que possam vir a ocorrer em razão de acidentes ou falhas de operação foram classificados como “potencial”;
- compartimento: descrevem-se os meios envolvidos com o impacto ambiental, estes podem ser: a água, o solo; o ar; biota; comunidade humana.

Para valorar e definir a significância dos potenciais impactos ambientais, utilizou-se índices de severidade, ocorrência, detecção do impacto ambiental e abrangência do impacto. Foram considerados riscos ambientais significativos aqueles que apresentaram somatório dos índices superior a 6, sendo classificados como de médio ou alto risco, implicando na adoção de medidas de controle ambiental. Nas tabelas 1, 2, 3 e 4 estão descritos os índices adotados.

Tabela 1: Índice de classificação do impacto em função da severidade.

Classificação	Descrição	Valor
Alta	Substâncias ou materiais muito danosos ao meio ambiente, que apresentam as características: corrosividade, reatividade, explosividade, toxicidade, inflamabilidade e patogenicidade	3
Média	Substâncias ou materiais danosos ao meio ambiente, que possuem longo tempo de decomposição, por exemplo: metais, vidros e plásticos. Também é considerada a utilização de recursos naturais	2
Baixa	Substâncias ou materiais pouco danosos ao meio ambiente, que possuem curto tempo de decomposição, como papel, papelão, tecidos e gases em ambiente aberto.	1

Fonte: adaptado de Helman e Andery (1995).

Tabela 2: Índice de classificação do impacto em função da ocorrência.

Classificação	Descrição	Valor
Alta	O impacto ambiental ocorre diariamente	3
Média	O impacto ambiental ocorre mensalmente	2
Baixa	O impacto ambiental ocorre anualmente ou apenas em situações de acidente	1

Fonte: adaptado de Helman e Andery (1995).

Tabela 3: Índice de classificação do impacto em função da detecção.

Classificação	Descrição	Valor
Alta	Para detectar o impacto ambiental é necessária a utilização de tecnologias sofisticadas	3
Média	O impacto ambiental é percebido com a utilização de medidores simples.	2
Baixa	O impacto ambiental pode ser percebido visualmente	1

Fonte: adaptado de Helman e Andery (1995).

Tabela 4: Índice de classificação do impacto em função da abrangência.

Classificação	Descrição	Valor
Alta	O impacto ambiental ocorre fora dos limites do empreendimento	3
Média	O impacto ambiental ocorre dentro dos limites do empreendimento	2
Baixa	O impacto ambiental ocorre no local onde está sendo realizada a operação	1

Fonte: adaptado de Helman e Andery (1995).

2.3 Caracterização do empreendimento

De modo geral, as principais etapas do processo de produção de sal desenvolvidas na salina, podem ser identificadas na Figura 2, e foram descritas na sequência em que ocorrem.

Figura 2: Etapas do processo de produção do sal.



Fonte: Autoria própria (2019)

Captação

A água que abastece a salina é oriunda de um curso d'água de menor porte conhecido popularmente como Gamboa. A captação da água é realizada no ponto de coordenadas geográficas de Latitude 4°57'40.05"S e Longitude 37° 6'33.61"O, com auxílio de motobombas elétricas do tipo helicoidal, com vazão média 0,8 m³/hora, normalmente entre os meses julho e novembro. A água captada possui salinidade média de 35 g/l.

Evaporação

A área de evaporação desta unidade produção possui aproximadamente 61 hectares, correspondendo, portanto, a 70% da área produtiva. Na etapa de evaporação a água captada abastece grandes tanques escavados em terra denominados evaporadores. A

água entra no circuito de produção com uma salinidade média de 35 g/l, e por meio da ação do vento e do sol evapora gradualmente até atingir salinidade em torno de 200 g/l.

A taxa de evaporação é uma constante decrescente devido ao nível elevado de sais das salmouras, por isso os primeiros estágios serão mais intensos do que o final do processo, a agitação natural é causada pelo vento, facilitando o processo, alterando as taxas de vaporização. Para garantir que isso aconteça de forma gradual e equilibrada cria-se um ambiente onde a concentração de sais seja estabilizada para a etapa seguinte.

Concentração

Após atingir a salinidade de 200 g/l a água passa dos tanques evaporadores para os tanques concentradores. Na salina analisada, a área de concentração possui 6,25 hectares, o que equivale a 7% da área total.

Estes tanques têm como principal função armazenar a salmoura produzida pela salina e decantar sais de cálcio, que apresentam solubilidade inferior ao Cloreto de Sódio. A salmoura permanece nos concentradores até atingir a salinidade de 250 g/l, quando então é direcionada para a cristalização. Semelhante ao que ocorre nos evaporadores, os concentradores também são conectados entre si por meio de comportas, e funcionam com sistema de fluxo estabilizado (CUNHA, 2018).

Cristalização

A área de cristalização possui 27 hectares (31% da área produtiva). Esta é a etapa final do processo de fabricação do sal marinho, e ocorre quando a salmoura com salinidade superior a 250 g/l abastece tanques específicos destinados a precipitação do Cloreto de Sódio, denominados cristalizadores.

Colheita e Lavagem

Após a drenagem dos cristalizadores, o sal precipitado no fundo dos tanques é colhido com auxílio de máquinas e veículos pesados. O sal colhido é então transportado até o Lavador, localizado nas coordenadas geográficas latitude 4°57'40.66"S e longitude 37° 6'31.49"O, onde é submetido a jatos de água saturada de Cloreto de Sódio e insaturada de sais de cálcio e magnésio. Esta etapa tem como objetivo reduzir a concentração de impurezas, tendo como resultado um sal com concentração de Cloreto de Sódio superior a 98 %.

Estocagem

A área de estocagem de sal da zona estudada, está localizada nas coordenadas geográficas latitude 4°57'42.31"S e longitude 37° 6'31.46"O e possui capacidade para até 40.000 toneladas de sal por vez. O sal lavado é transportado por esteiras e disposto na área de estocagem/aterro em forma de pilhas, onde permanece no processo de cura. A área onde se realiza a estocagem do sal atende à critérios técnicos e econômicos, incluindo à disposição em cotas topográficas mais elevadas, reduzindo o risco de alagamento, e a proximidade das áreas de cristalização para reduzir custos com transporte.

Embarque

Uma vez que o sal passa pelo processo de cura, o ele será retirado da pilha com auxílio de máquinas e transportado por caminhões até o mercado consumidor ou para ser beneficiado em outro estabelecimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Atividades potencialmente impactantes

Construção da pilha de sal

A pilha de sal é construída com auxílio de esteiras inclinadas encarregadas de transportar o sal do lavador para o local onde será empilhado (aterro). Em decorrência do sal retirado do lavador ainda possuir elevado teor de água, ocorre o escoamento da salmoura pela esteira, chegando a atingir o solo.

O local onde o sal é empilhado permanece ocupado, passando por processo de salinização e adensamento devido à constituição da pilha. Durante a fase de construção da pilha, caso os limites de altura e de ângulo de descanso do material não sejam respeitados, pode ocorrer o deslizamento deste material para áreas externas ao perímetro do aterro (Tabela 4).

Tabela 4: Caracterização dos impactos potenciais resultantes da construção da pilha.

Impacto	Causa	Tipo	Compartimento
Geração de efluentes líquido	Escoamento da água existente no sal após a saída do lavador	Real	Solo
Ocupação e adensamento do solo	Disposição de grande volume de sal em uma área específica (aterro) por longos períodos	Real	Solo
Deslizamento de material	Processo incorreto de construção da pilha	Potencial	Solo/Água

Fonte: adaptado de Helman e Andery (1995).

Cura do sal na pilha

O sal permanece empilhado durante um período de pelo menos 45 dias, de forma a reduzir sua umidade e o teor de sais de cálcio e magnésio, processo conhecido como “cura”. Semelhante ao que foi descrito para a atividade de construção da pilha, o local onde o sal permanece em cura tende à salinização e adensamento devido ao volume e peso do sal empilhado. Considerando que o sal empilhado ainda possui água entre os cristais, é comum o escoamento de água com alto teor de sais para as áreas circunvizinhas, em especial durante o período de chuva, o que, na ausência de medidas de controle, pode atingir cursos d’água. Caso os limites de altura e de ângulo de descanso do material não sejam respeitados, pode ocorrer o deslizamento deste material para áreas externas ao perímetro do aterro (Tabela 5).

Tabela 5. Caracterização dos impactos potenciais resultantes da cura do sal.

Impacto	Causa	Tipo	Compartimento
Ocupação e adensamento do solo	Disposição de grande volume sal em uma área específica (aterro) por longos períodos	Real	Solo
Geração de efluentes líquido	Escoamento da água existente no sal empilhado para cursos d’água	Potencial	Água

Deslizamento de material	Processo incorreto de construção da pilha	Potencial	Solo/Água
---------------------------------	---	-----------	-----------

Fonte: adaptado de Helman e Andery (1995).

Embarque do sal/retirada da pilha

O embarque do sal é a última etapa de produção é realizado com o auxílio de máquinas e caminhões que sofrem danos na sua estrutura ao longo do tempo, demandando manutenções ou até substituições de peças. Fora os danos causados naturalmente pela salinidade, existe os impactos adicionais que são oriundos da alimentação dos funcionários durante o horário de trabalho.

Igual ao processo anterior a retirada de sal da pilha pode gerar deslizamento por conta do ângulo que fica maior que o adequado, podendo atingir áreas externas ao perímetro do aterro. A Tabela 6 apresenta a síntese dos impactos gerados durante retirada do sal pilha.

Tabela 6: Caracterização dos impactos potenciais resultantes da retirada do sal da pilha.

Impacto	Causa	Tipo	Compartimento
Geração de sucata metálica	Depreciação dos veículos devido seu uso	Real	Solo
Geração de pneus inservíveis	Depreciação dos veículos devido seu uso	Real	Solo
Geração de resíduos sólidos comuns	Consumo de alimentos e bebidas por motoristas e operadores de máquinas	Real	Solo

Fonte: adaptado de Helman e Andery (1995).

Análise de Riscos Ambientais

Foi realizada uma análise recorrente dos impactos causados, pelo método de FMEA, como descrito na Tabela 7 abaixo. Constatou-se que o deslizamento de sal e a geração de efluentes possuem alto risco ambiental, justificando a adoção de medidas de controle ambiental para prevenir possíveis acidentes.

Tabela 7: Análise de risco dos impactos potenciais da estocagem de sal.

Impacto	Severidade	Ocorrência	Deteção	Abrangência	Total
Ocupação e adensamento do solo	1	3	1	1	6
Geração de sucata metálica	2	2	1	2	7
Geração de pneus inservíveis	2	2	1	1	7

Geração de resíduos sólidos – pó de sal	3	1	1	2	7
Geração de resíduos sólidos comuns	2	2	1	2	7
Deslizamento de material - Sal	3	3	1	3	10
Geração de efluentes líquidos	3	3	1	3	10
Baixo risco: 4 a 6					
Médio risco: 7 a 9					
Alto risco: 10 a 12					

Fonte: adaptado de Helman e Andery (1995).

3.2 Medidas de controle de risco

Gerenciamento de resíduos

Proposta de elaboração de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) abrangendo as atividades envolvidas no processo de estocagem de sal marinho, tendo como por objetivo estabelecer as responsabilidades e os requisitos mínimos para o controle ambiental de resíduos, visando assegurar que as ações para controle e descarte dos mesmos. Para isso deve existir a gerência operacional da unidade que será responsável pela execução das ações previstas no PGRS, bem como registrar os acontecimentos e manter em arquivo os documentos gerados.

Programa de diminuição na fonte

A criação de um programa para conscientizar por meio de orientações e capacitações dos colaboradores que possuem ligação direta e indireta com os processos e atividades geradores de resíduos sólidos, concernentes a noções de corresponsabilidade socioambiental, coleta seletiva, redução, reciclagem e reaproveitamento de resíduos, tendo como objetivo promover a diminuição na geração de resíduos diretos na fonte.

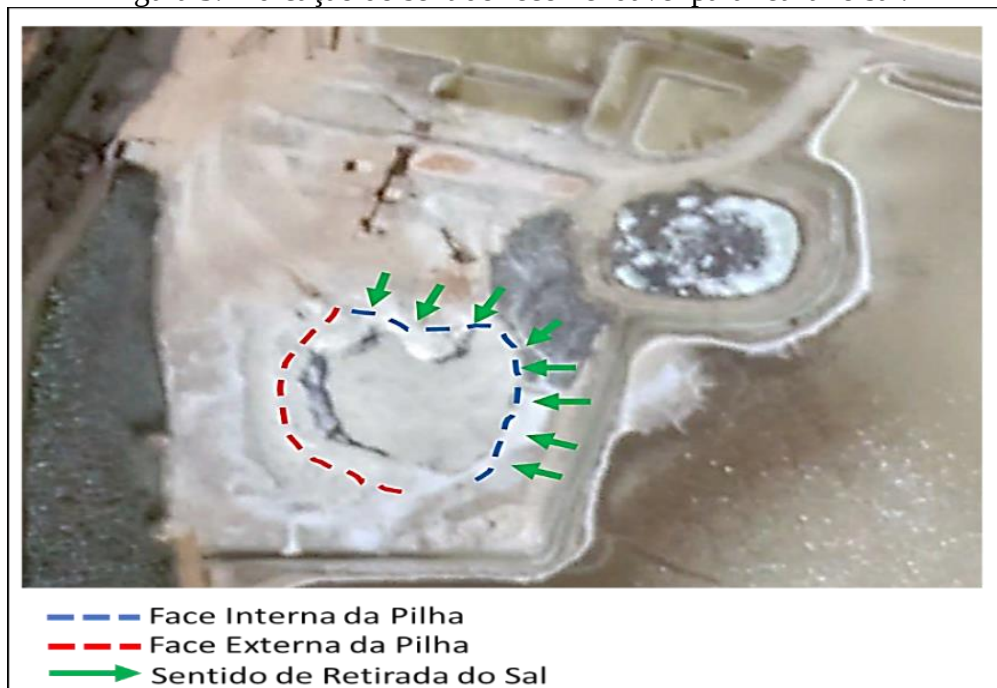
3.3 Controle da adição e retirada de sal da pilha

Foi constatado que as pilhas de sal são as maiores causadoras de impactos na área estudada, devido aos maus condicionamentos destas, pois processos erosivos provocados pela chuva faz com que fragmentos de sal sejam transportando até regiões mais baixa, causando danos ao solo e a fauna aquática devido ao alto nível de concentração dos sais. Por esse motivo, faz-se necessário um estudo sobre os terrenos destinados para estocagem do sal, com finalidade de evitar o possível transporte de resíduos para áreas indevidas. A escolha do local destinada para armazenamento da matéria é feita por meio de estudos topográficos, em que através destes é possível se determinar um local que apresente características planas, facilitando o empilhamento e dificultando o escoamento de resíduos.

O aterro onde se realiza a estocagem de sal foi compactado mecanicamente, e não há para região registros de deslizamento de terra ou erosão significativa, o que elimina o risco de ocorrência de afundamento do terreno de vido ao peso da pilha de sal. A compactação do aterro é fundamental para evitar o risco de afundamento do terreno,

devido ao peso das pilhas de sal. Buscando pilhas curvas que sejam dispostas de forma radial, diminuindo a instabilidade devido o ângulo de descanso (Figura 3).

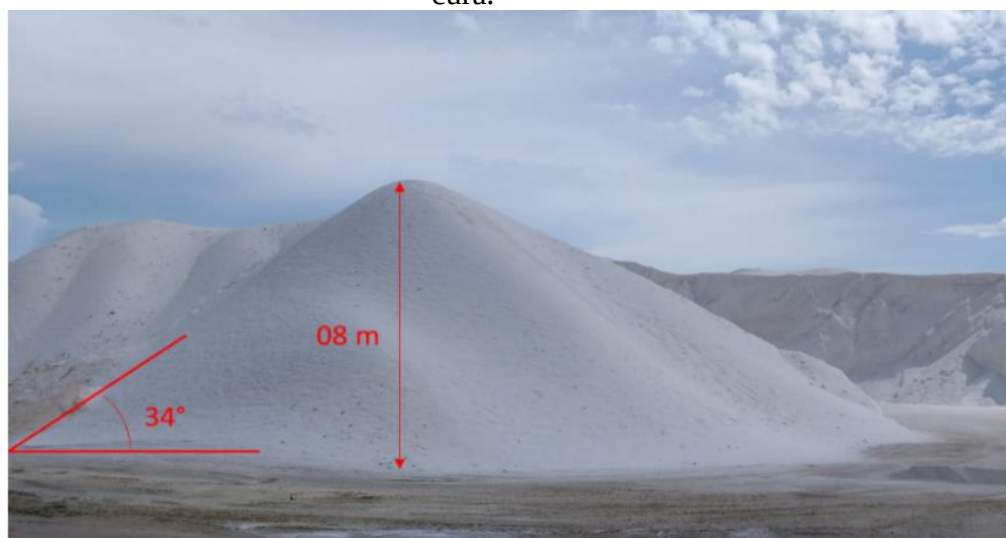
Figura 3. Indicação do sentido recomendável para retirar o sal.



Fonte: Fernandes (2018)

A pilha de sal possui altura máxima de 08 metros, o que implica em situações em que ela sofra total colapso estrutural e desabe, as áreas circunvizinhas externas ao próprio aterro não seriam atingidas. O ângulo de empilhamento das faces externas da pilha durante o processo de cura é inferior a 34° (ângulo de repouso do sal grosso), como está representado na Figura 4, o que evita deslizamento natural do material.

Figura 4. Altura máxima e ângulo de descanso das pilhas de sal em processo de cura.



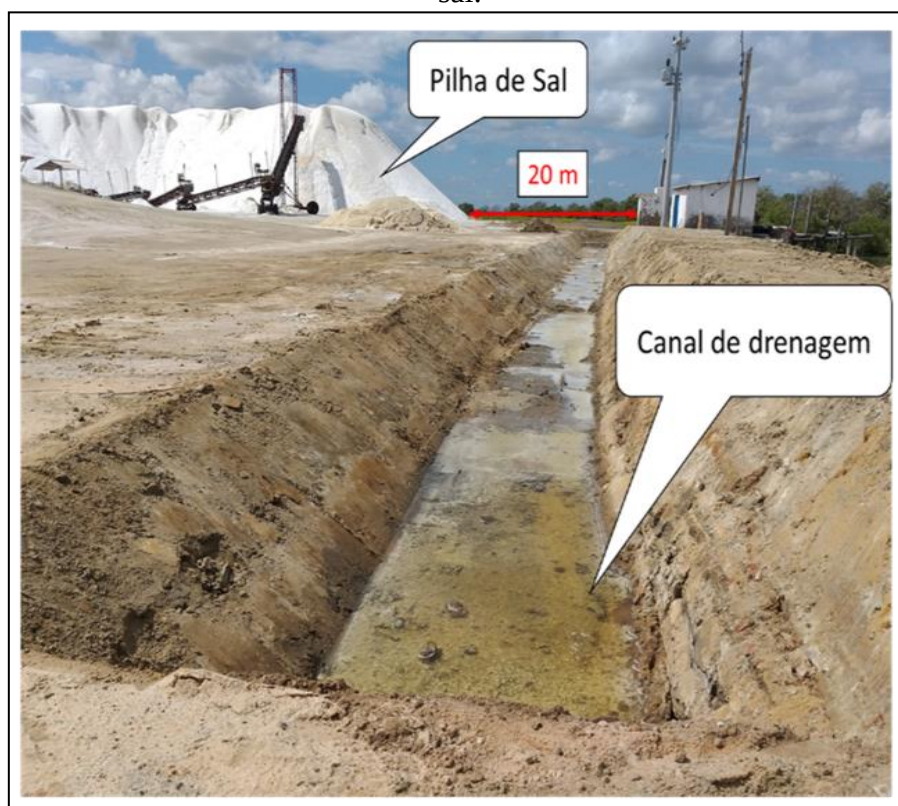
Fonte: Fernandes (2018)

3.4 Controle de escoamento de salmoura

A salmoura produzida durante o processo produtivo da salina é utilizada na etapa da colheita e lavagem para evitar a diluição do sal, no entanto, essa solução é bem mais concentrada. Após a lavagem ele será centrifugado e transportado para ser estocado, durante essa transição há o risco de a salmoura escoar pela esteira causado impactos no solo, como a sua impermeabilização.

Devido a outros impactos como soterramento de Gamboa e braços de maré; o aumento dos processos erosivos; a alteração da qualidade da água; e a diminuição da biodiversidade o Ministério Público Federal fez intervenções em 18 salinas, onde a produção interfere diretamente no ecossistema que por sua vez é protegido pela lei 12.651 do dia 25 de maio de 2012.

Figura 6. Canal para drenagem de salmoura no entorno da área de estocagem de sal.



Fonte: Fernandes (2018)

4 CONCLUSÃO

Com base no método de Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMEF), a área que demonstrou um maior risco ao meio ambiente é o espaço destinado a estocagem de sal, pois não há um estudo exploratório da zona do aterro, podendo acontecer o transporte de resíduos para locais inapropriados, portanto se faz necessário a criação de medidas mitigadoras, coerentes com o Ministério Público Federal e pelo CONAMA, que adequem as peculiaridades de cada salina durante sua produção, analisando principalmente os locais destinados a estocagem de sal. No caso estudado pode-se pensar em uma forma de redirecionar a solução por meio de um canal de drenagem para região interna da salina, evitando a contaminação do estuário.

REFERÊNCIAS

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

BRASIL. Decreto-lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**, Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 22 jul. 2019.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Gerenciamento de riscos. Disponível em: Acesso em: 25 jul. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Resolução n. 001, de 23 de janeiro de 1986. Diário Oficial da União de 17 de fevereiro de 1986.

COSTA, D. F. S. Caracterização ecológica e serviços ambientais prestados por salinas tropicais. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Biologia, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro. Aveiro – Portugal, p. 206, 2013.

COSTA, Diógenes Félix da Silva *et al.* Breve Revisão Sobre A Evolução Histórica Da Atividade Salineira No Estado Do Rio Grande Do Norte (Brasil). **Soc. & Nat.**, Uberlândia, p. 21-34, 9 out. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v25n1/03.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2019.

CUNHA, Gabriela Nogueira. **Determinação da Capacidade de Diluição do Estuário do Rio Apodi/Mossoró para Efluentes da Indústria Salineira**. 2018. Trabalho de conclusão do curso (Bacharel em Ciência e Tecnologia) - UFERSA, Angicos, 2018.

DINIZ, M. T. M.; VASCONCELOS, F. P. Porque o Nordeste produz Sal Marinho? Estudo analógico do potencial do clima. In: DINIZ, Marco Túlio Mendonça; VASCONCELOS, Fábio Perdigão. **Porque o Nordeste produz sal marinho? Estudo analógico do potencial do clima**. [S. l.]: Caderno de Geografia, 2016.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas** (aplicação dos métodos de FMEA e FTA). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 174 p.

FERNANDES, Rogério Taygra (2018) Vasconcelos. **Atividade salineira em manguezais: impactos ambientais e reflexos econômicos da recuperação ou compensação ambiental das áreas degradadas**. 2012. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - UFERSA, Mossoró, 2018.

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

ISO 14001 – SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/iso-14001/>. Acesso em: 22 jul. 2019.

LAURENTINO, I. C; SOUZA, S. C. **Uma análise do plano de recuperação de área degradada com vegetação de mangue no rio Apodi Mossoró do projeto margem viva**. Holos, [S. l.], p. 1-10, 1 jul. 2013. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1321>. Acesso em: 15 maio 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manguezais**. Disponível em: <http://mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha/manguezais.html>. Acesso em: 21 maio 2019.

ROCHA, Prof. Fernando *et al.* **Produção de Sal**. 2012. Relatório (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade do Porto, [S. l.], 2012. Disponível em: <https://alvarovelho.net/attachments/article/47/producaosal.PDF>. Acesso em: 30 jul. 2019. 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.

Socel Ind. Salineira. Mossoró, 2018. Disponível em: <http://www.socel.com.br/produtos-industrial.html>. Acesso em: 22 jul. 2019.

SILVA, A.R. Produção artesanal de sal marinho no litoral setentrional do Rio Grande do Norte. 2015, 78 f. Monografia (graduação em geografia bacharelado) - Departamento de geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015. Disponível em: https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/1834/6/Produ%c3%a7%c3%a3o%20artesanal_Monografia_Silva.pdf. Acesso em: 22 jul. 2019.

TRIBUNA do Norte. [S. l.], 5 jun. 2019. Disponível em: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/decreto-reconhece-sal-como-bem-social/450116>. Acesso em: 22 jul. 2019.

TRINDADE, S. L. T.; ALBUQUERQUE, G. J. Sub-sídios para o Estudo da história do Rio Grande do Norte. 2 ed. –Natal (RN): Sebo Vermelho, 2005