



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

ANTONIO DIOGO COSTA OLIVEIRA

**ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO DA
QUALIDADE DOS PRODUTOS NA EMPRESA F SOUTO INDUSTRIA E
COMERCIO DE SAL S.A.**

MOSSORÓ

2022

ANTONIO DIOGO COSTA OLIVEIRA

**ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO DA
QUALIDADE DOS PRODUTOS NA EMPRESA F SOUTO INDUSTRIA E
COMERCIO DE SAL S.A.**

Relatório de Estágio apresentado na
Universidade Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA, campus Mossoró, com o objetivo de
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Química.

Orientador: Prof. Dr. Frederico R. do Carmo

MOSSORÓ

2022

© 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.

048a Oliveira, Antonio Diogo Costa.
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E
MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DOS PRODUTOS NA EMPRESA F
SOUTO INDUSTRIA E COMERCIO DE SAL S.A. / Antonio
Diogo Costa Oliveira. - 2022.
27 f. : il.

Orientador: Frederico Ribeiro Do Carmo.
Relatório (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2022.

1. Sal. 2. Salinas. 3. Cloreto de sódio . I. Do
Carmo, Frederico Ribeiro , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

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.

**ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO
DA QUALIDADE DOS PRODUTOS NA EMPRESA F. SOUTO INDÚSTRIA E
COMÉRCIO DE SAL S.A.**

Relatório de Estágio apresentado na
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
– UFERSA, campus Mossoró, com o
objetivo de obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Frederico R. do Carmo

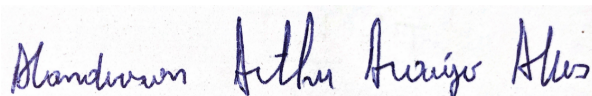
DATA DE APROVAÇÃO: 17/06/2022.

BANCA EXAMINADORA



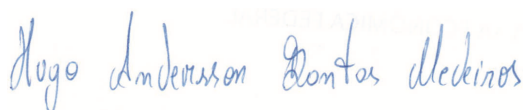
Prof. Dr. Frederico Ribeiro do Carmo (UFERSA)

Presidente



Me. Alanderson Arthu Araújo Alves (UFC)

Primeiro Membro



Me. Hugo Andersson Dantas Medeiros (UFC)

Segundo Membro

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por me dar saúde e persistência ao longo do caminho da graduação, fazendo com que meus objetivos durante meus anos de estudos fossem alcançados.

Agradeço à minha família, em especial à minha mãe, Ana Patricia da Costa, aos meus avós, Francisco Geraldo filho e Fabiana Gomes da Costa, e ao meu irmão, Allan Patrick Costa Oliveira, por sempre incentivar meus estudos e ser um pilar de apoio emocional. Mostrando-se sempre compreensivos com a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

À minha namorada, Letícia Kenya Fernandes de Araújo, que me acompanhou durante essa longa caminhada acadêmica, apoiando-me nos bons e maus dias, compreendendo minha dedicação ao projeto de pesquisa.

Ao professor Frederico Ribeiro do Carmo, por ter sido meu orientador ao longo do curso de engenharia química, desempenhando tal função com dedicação e amizade, apesar de seu tempo escasso.

Aos meus amigos do grupo “Reunião” adquiridos durante a graduação, que tornaram a universidade um ambiente mais receptivo para mim.

Aos colaboradores da empresa com quem tive a oportunidade de estagiar. Principalmente à minha supervisora, Rafaela Catrine Leandro Amorin, e ao supervisor da oficina Josiellyson e aos analistas.

RESUMO

O Sal é um alimento de grande importância nutricional, sendo um dos alimentos mais consumidos no mundo, possui aplicação em diversos campos incluindo na indústria química onde possui o maior consumo mundial. Na saúde humana o sal possui efeitos benéficos como a manutenção do equilíbrio homeostático do corpo, além de atuar na prevenção de doenças da glândula tireoide devido a conter iodo. No Brasil o estado que mais produz sal é o Rio Grande do Norte, gerando sozinho mais de 95% do sal nacional, devido a possuir características propícias ao processo produtivo do sal. O presente trabalho relata como se deu o estágio na empresa F. Souto Industria e Comércio de Sal S.A., descrevendo o processo produtivo do sal, abordando de maneira breve processo de beneficiamento do sal e abordando a preocupação da referida empresa com a qualidade do produto gerado.

Palavras-chave: Sal. Salinas. Cloreto de sódio.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	OBJETIVOS	8
2.1	Objetivo geral.....	8
2.2	Objetivos específicos	8
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1	O sal	9
3.2	História.....	10
3.3	A empresa F. Souto Indústria e Comércio de Sal S.A.	11
3.4	Processo produtivo do sal por evaporação solar e beneficiamento do sal	12
3.4.1	Produção tradicional	12
3.4.2	Produção do sal de modo industrial.....	12
3.4.3	Beneficiamento do sal	14
4	ATRIBUIÇÕES DURANTE O PERÍODO DE ESTÁGIO	18
4.1	Análises físico-químicas do sal.....	18
4.1.1	Preparo de soluções	18
4.1.2	Análises volumétricas.....	18
4.1.3	Métodos gravimétricos	21
4.2	Acompanhamento do processo produtivo.....	23
4.3	Emissão de certificados de qualidade do produto.....	23
4.4	Dificuldades encontradas	23
4.5	Sugestões para melhorias do processo	23
4.6	Áreas de identificação com o curso	24
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

O cristal de NaCl com alta pureza, conhecido popularmente como sal de cozinha, é o tempero mais utilizado no mundo, sendo responsável muitas vezes por intensificar o sabor do alimento. Além de estar presente nos supermercados pronto para o consumo humano, em pacotes de 1 kg, também é vendido em embalagens de 25 kg e em *big bags* para empresas que utilizam do sal como aditivo químico – como as indústrias têxteis, de temperos e de carnes. Contudo o maior consumidor de sal são as indústrias químicas, no Brasil cerca de 46% da produção nacional é utilizada como matéria prima para a produção de barrilha e soda (COSTA, 2000).

A indústria do sal tem sua importância como ativo nacional nos diferentes usos possíveis para o cristal de cloreto de sódio. Tendo em vista que pode ser usado como alimento para humanos e animais, a legislação nacional regulamentou este produto, de modo que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) seja responsável por fiscalizar o sal considerado produto final, fazendo valer as especificações válidas sobre o mesmo – como o teor de umidade, contaminantes e de aditivos.

Com foco na geração de produtos para consumo humano, foi desenvolvido ao longo dos anos processos para beneficiamento do sal, agregando valor e qualidade, satisfazendo interesse tanto de produtores quanto de clientes.

Cada polo de beneficiamento de sal deve possuir um laboratório com equipamentos modernos disponíveis, assim como uma equipe de profissionais especializados em análises físico-químicas para que se possa atestar a qualidade do sal.

Tendo em vista a importância de garantir a qualidade dos produtos alimentícios, assim como a importância do Rio Grande do Norte na produção de sal nacional, representando 95,9% da geração e beneficiamento de sal (COSTA, 2000), o estágio obrigatório supervisionado foi realizado na empresa F. Souto Indústria e Comércio de Sal S.A. e o presente relatório visa esclarecer como se deu o período de estágio, retratando tanto o processo produtivo, quanto a legislação que estabelece regras para a produção, comércio e consumo do cristal de cloreto de sódio.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Descrever as análises físico-químicas realizadas, abordando os aspectos produtivos observados, e relatar as atividades de caráter administrativas desempenhadas durante período de estágio na empresa F. Souto Indústria e Comércio de Sal S.A.

2.2 Objetivos específicos

- Apresentar o processo de produção e de beneficiamento do sal marinho;
- expor método de produção de sal por meio da evaporação solar, detalhando cada etapa do processo;
- realizar as análises quantitativas e qualitativas necessárias para garantir obediência dos parâmetros legais aos quais está submetido o sal.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O sal

Para fins comerciais o cloreto de sódio recebe por lei o nome de “sal de cozinha” ou apenas sal, atribuído por meio do Decreto nº 75.697, de 6 de maio de 1975 (BRASIL, 1975), válido para sal destinado a consumo humano. O sal é composto pelo cloreto de sódio, contaminantes e aditivos, com o cloreto de sódio sendo em base seca responsável por aproximadamente por 99% da composição mássica. Considera-se que os contaminantes que podem estar presentes no sal são: a água, hidratando os cristais até certo limite tolerável; sais de magnésio; sais de cálcio e alguma quantidade mínima de contaminantes desconhecidos, que recebem o nome de resíduos insolúveis. Como aditivos a legislação permite a utilização de antiemectantes, especificando a quantidade tolerável, que sofre alteração de acordo com a legislação vigente. As Tabelas 1 e 2 trazem as especificações que devem ser obedecidas.

Tabela 1 – Limites máximos percentuais de contaminantes tolerados por tipo de sal.

Tipo de sal	Umidade %	Insolúveis %	Cálcio %	Magnésio %	Sulfato %
Sal tipo I	2,5	0,1	0,07	0,05	0,21
Sal tipo II	3	0,2	0,14	0,08	0,42
Sal refinado extra	0,1	0,05	0,03	0,02	0,1
Sal refinado	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4
Sal refinado úmido	4	0,096	0,095	0,095	0,382

Fonte: Brasil (1975).

Tabela 2 – Aditivos permitidos e seus limites mássicos percentuais tolerados.

Aditivo	Código	Limite (g/ 100 g)
Carbonato de Cálcio	AU-I	2,5000
Carbonato de magnésio	AU-II	2,5000
Fosfato de tricálcio	AU-III	2,5000
Citrato de ferro amoniacal	AU-IV	0,0020
Silicato de Cálcio	AU-V	1,0000
Feorrocianato de sódio	AU-VI	0,0005
Alumínio silicato de sódio	AU-VII	1,0000
Dióxido de silício	AU-VIII	1,0000

Fonte: Brasil (1975).

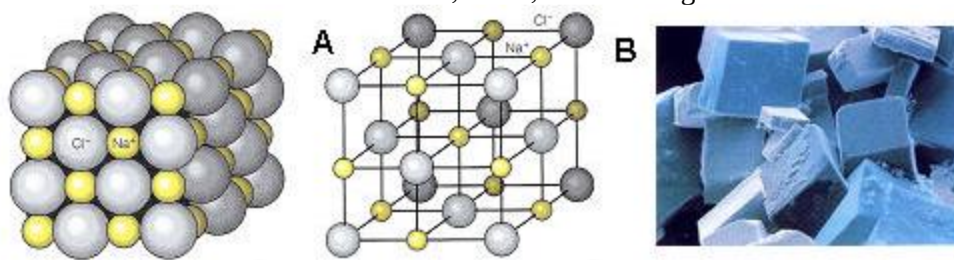
Outro aditivo obrigatório para sal destinado para consumo humano é o iodo, adicionado na forma de iodato de potássio, mas seus limites mínimos e máximos são especificados na

Resolução nº 604, de 10 de fevereiro de 2022¹, da ANVISA, estabelecendo como mínimo 15 mg e máximo de 45 mg por kg de sal.

As maiores reservas mundiais de sal são as águas oceânicas. Estima-se que 1 km³ de água do mar permite a obtenção de aproximadamente 73 toneladas de cloreto de sódio. Além da água do mar, alguns lagos e rios também permitem a obtenção dessa substância, mas o segundo mais popular é a extração de sal a partir de reservas minerais. No Brasil as maiores reservas minerais estão presentes na Amazônia (LUZ; LINS, 2008).

A nível molecular, o sal se trata de uma substância iônica, composta por sódio, um metal alcalino, e por cloro, um ametal da família dos halogênios, sua célula unitária é de corpo cúbico centrado, tendo formato de pequenos cubos como retratado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura atômica do cloreto de sódio, em A, e fotomicrografia de cristais de halita, em B.



Fonte: Luz e Linz (2008).

3.2 História

Não se sabe ao certo quando se deu o primeiro uso do sal de cozinha, os registros de seu uso datam de 5 mil anos atrás, existindo dados de consumo pelo povo chinês de 2.700 A.C., assim como relatos de que começou a ser extraído na idade do bronze, iniciada 3.300 A.C., pela população assentada na região costeira. Nesta época, dada a escassez, o sal chegou a ser utilizado como moeda de troca entre civilizações. Apenas em 1847 essa substância foi descoberta cientificamente (LEITE; DELBONI JR., 2003; MENDES *et al.*, 2012).

Atualmente o sal possui uma quantidade infindável de aplicações, seja na indústria química (produção de soda e barrilha), na indústria de alimentos (produção de temperos ou alimentos processados) ou ainda na indústria têxtil. (LEITE; DELBONI JR., 2003).

O capitão Pero Coelho foi responsável pelo primeiro relato das salinas naturais do Nordeste brasileiro, encontradas após recuar para a região onde atualmente é o município de Areia Branca (RN), devido a uma derrota para piratas franceses em território cearense. O relato

¹ Disponível em: <https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=427522>. Acesso em: 25 jun. 2022.

conta que a extensão de sal que encontrou era suficiente para preencher vários navios (ANDRADE, 2015).

Apenas em 1808, o sal norte riograndense teve permissão para ser comercializado em outras províncias do país. A comercialização do produto potiguar inicialmente sofreu dificuldade devido a ser mais caro que sal importado devido a problemas de logística (NORSAL, 2019).

O Rio grande do Norte tem como uma de suas principais atividades a produção de sal, que empregava, em 2015, cerca de 70 mil pessoas de maneira direta ou indireta. O Estado é responsável pela produção de mais de 95,9% da produção nacional de sal, em que o município de Macau é o maior contribuinte, seguido pelos municípios de Mossoró, Areia Branca, Galinhos e Grossos. Cerca de 90% das empresas produtoras de sal brasileiras estão concentradas no Rio Grande do Norte. O grau de pureza dos cristais é de aproximadamente 99,88%, sendo um dos melhores do mundo (ANDRADE, 2015; COSTA, 2000).

3.3 A empresa F. Souto Indústria e Comércio de Sal S.A.

A empresa F Souto Indústria e Comércio de Sal S.A. foi estabelecida em 16 de abril de 1949 como sociedade anônima, mas surgindo em 1926 como firma individual F. Ferreira Souto (F. Souto), com sede em Areia Branca (RN). No ano de 1951 a empresa teve sua sede transferida para Mossoró (RN), localização essa que continua até hoje. A administração é feita pela terceira geração da família Souto, que atua no mercado do sal há mais de 80 anos (F. SOUTO, 2022).

A empresa F. Souto, que exerce atividade de extração, beneficiamento e comercialização de sal marinho desde sua fundação, foi vanguarda no processo de mecanização da extração e colheita de sal na região em que se instalou, iniciando uso de maquinário com tal finalidade na década de 70. A implantação dessa mecanização foi uma inovação que permitiu redução nos custos de produção, maior volume produzido e maior a velocidade no processo de transporte, lavagem e estocagem do sal (F. SOUTO, 2022).

Toda a matéria-prima, isto é, sal grosso (in natura), que é utilizada para o processo de beneficiamento do sal é produzida na própria empresa. A F. Souto produz aproximadamente 500 mil toneladas anuais de sal grosso (in natura) em suas duas unidades de produção – localizadas em Grossos (RN), nomeada Salina Maranhão, e Areia Branca (RN), nomeada Morro Branco. O fato de utilizar matéria-prima própria impede que a empresa fique à mercê de fornecedores externos de sal (F. SOUTO, 2022).

O grupo F. Souto conta com uma moagem, duas salinas e três refinarias de sal, que possuem equipamento modernos e uma equipe de profissionais qualificados, produzindo as marcas “Sal Souto” e “Sal Campeão”, produtos estes que são referências no mercado nacional (F. SOUTO, 2022).

3.4 Processo produtivo do sal por evaporação solar e beneficiamento do sal

O sal pode ser obtido por mineração, por evaporação a vácuo e evaporação solar. A evaporação solar será a única retratada no presente trabalho, devido ser o método empregado no Rio Grande do Norte e na F. Souto Indústria e Comércio de Sal S.A.

3.4.1 Produção tradicional

Neste tipo a produção de sal acompanha as estações. Ocorrendo entre março e setembro. O processo pode ser dividido em duas etapas, que são a preparação das marinhas e a produção do sal (MENDES *et al.*, 2012).

A preparação das marinhas ocorre entre março e junho, caracterizando-se pela limpeza dos talhos, reparação dos desgastes e pela preparação das águas. O processo de limpeza e reparos é feito de maneira manual, enquanto para a preparação das águas recorre-se a uma série de viveiros onde a concentração de insólúveis na água cai devido ao processo de decantação. Após a água passar por esta série de viveiros será encaminhada para cristalizadores (MENDES *et al.*, 2012).

A produção de sal ocorre em reservatórios rasos e extensos que facilitam a evaporação através do efeito de radiação solar e o efeito do vento. Esses reservatórios recebem o nome de salina e constituem teias geométricas que facilitam a colheita pelo salineiro com ajuda de rodo. A precipitação dos cristais ocorre devido à evaporação da água e consequente saturação da água (MENDES *et al.*, 2012).

3.4.2 Produção do sal de modo industrial

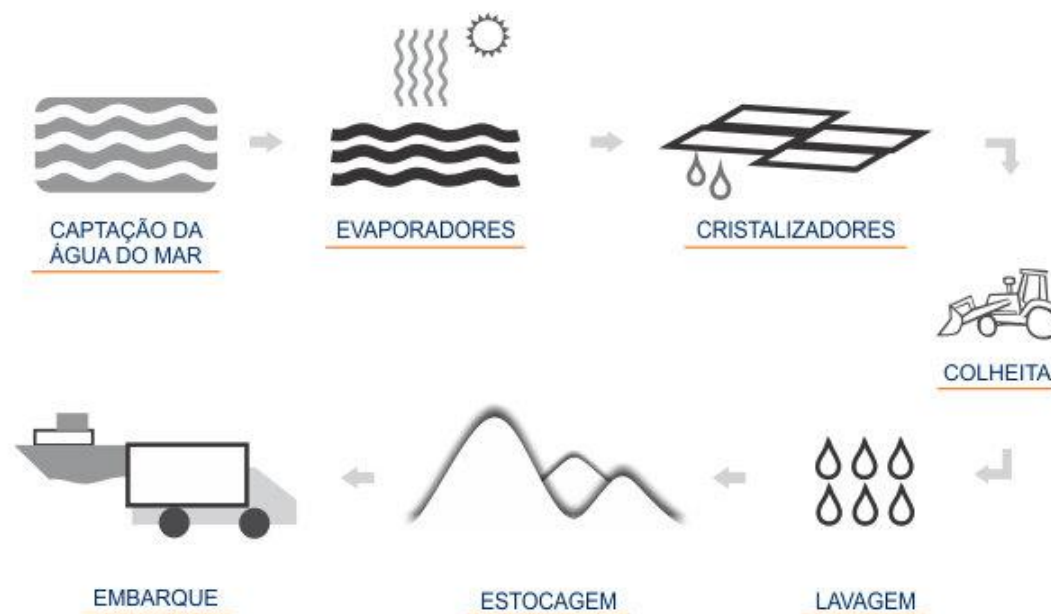
O processo de extração do sal marinho deste modo pode ser separado em três etapas, a saber: concentração da água do mar, cristalização e colheita (MENDES *et al.*, 2012; CÂMARA, 1999).

A primeira etapa consiste em transferir a água do mar para grandes reservatórios para que a água evapore e aumente a densidade, passado algum tempo se pode optar por adicionar a artêmia salina, um microcrustáceo que atua absorvendo os microrganismos presentes e purificando a salmoura. A manutenção da água com maior densidade, denominada salmoura, nesses reservatórios é feita até atingir o limite de saturação, com uma densidade por volta de 25 graus Baumé, quando será transferida para os cristalizadores. A área de evaporação ocupa aproximadamente 90% da superfície total de uma salina, considerando a topografia do local para sua construção (MENDES *et al.*, 2012; CÂMARA, 1999).

A segunda etapa consiste em enviar a água para reservatórios, denominados cristalizadores, onde a salmoura satura e o sal precipita. Geralmente cada cristalizador mantém uma camada entre 30 e 40 cm de salmoura, estima-se uma precipitação de 2,5 a 3 cm de sal mensal. A colheita pode ser iniciada após deposição de uma camada de 15 a 18 cm de sal, para a colheita deve-se retirar as águas residuais presentes nos cristalizadores. A área dos cristalizadores ocupa em torno de 10% da área total de uma salina (MENDES *et al.*, 2012; CÂMARA, 1999).

A terceira e última etapa da obtenção do sal é a colheita e a lavagem que ocorre no período de seca na região salineira. A colheita no estilo industrial é realizada com uso de maquinários pesados e enviado para o lavador. A lavagem do sal ocorre com uso de uma salmoura, que é uma solução saturada de sal, evitando a dissolução do produto e redução do teor de impurezas, por meio da redução de insolúveis e de sais depositados na superfície do cloreto de sódio, removendo também as partículas originadas do solo dos cristalizadores. O sal obtido ao fim desse processo é o sal grosso (in natura) (MENDES *et al.*, 2012; CÂMARA, 1999). Caso o produto de interesse do processo seja apenas o sal grosso, o fluxograma mostrado na Figura 2 pode representar o processo de maneira resumida.

Figura 2 – Fluxograma de processo produtivo do sal.



Fonte: <https://www.docelimao.com.br/>. Acesso em: 25 jun. 2022.

3.4.3 Beneficiamento do sal

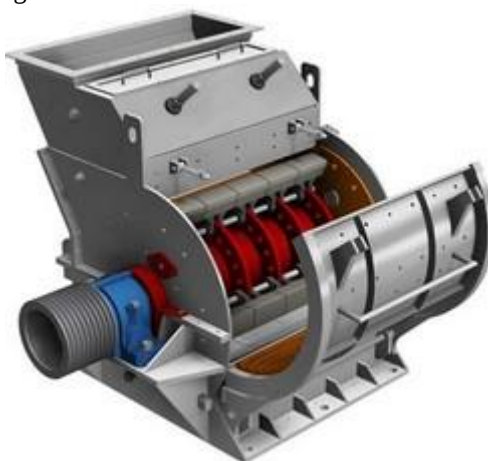
O sal passa por um processo de beneficiamento simples. O processo começa com o transporte do sal grosso colhido do cristalizador para um local onde irá passar por um processo de cura, para redução do teor de umidade e com isso espera-se que caia também o teor de outros contaminantes solúveis. Após a cura, o sal é encaminhado para uma tremonha, que se assemelha a um funil, representado pela Figura 3. A tremonha serve para que seja despejado com uma vazão constante em uma esteira que encaminhará o sal para um moedor de sal, semelhante ao que aparece na Figura 4.

Figura 3 – Tremonha industrial.



Fonte: Soluções Industriais (2022)².

Figura 4 – Moinho de martelos.



Fonte: Moinho e Ventos (2022)³.

O moedor de sal irá quebrar os cristais em partículas de variados tamanhos. O sal é então encaminhado com uso de pequenos elevadores e com transportadoras helicoidais para um secador. O secador funciona com a vazão do sal úmido e ar quente entrando e na descarga tem-se o sal com menor quantidade de água e ar residual, o ar arrasta pó resultante da moagem, esse pó é coletado com uso de um ciclone fixado no topo do secador. O ciclone possibilita a coleta e comercialização do pó do sal, que pode ser denominado de sal micronizado. O conjunto formado pelo secador e ciclone pode ser representado pela Figura 5.

² Disponível em: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/metais-e-artefatos/processo-inox/produtos/movimentacao-e-armazenagem/tremonhas-industriais>. Acesso em: 25 jun. 2022.

³ Disponível em: <https://www.moinhoeventos.com.br/moinho-de-martelo-para-calcario>. Acesso em: 25 jun. 2022.

Figura 5 – Secador com ciclone acoplado.



Fonte: Cardall (2022)⁴.

O sal com menor teor de umidade e com granulometria não uniforme é descarregado em uma mesa de peneiramento, com uma série de telas com diferentes tamanhos de aberturas, separando o sal de acordo com a granulometria, caso desejado será novamente mesclado de acordo com o padrão de granulometria desejado para o produto.

Durante o processo em que o sal sai do secador até a embalagem o sal vai passar por adição de iodo e de ferrocianeto de sódio de acordo com a concentração desejada. Os dosadores possuem controle manual, o que acaba por ocasionar dosagem excessiva ou reduzida até que por meio de tentativa e erro a vazão seja ajustada adequadamente. A homogeneização do iodo no sal ocorre graças ao movimento ao qual este é submetido pelas transportadoras helicoidais pelas quais passa ao longo do trajeto.

Nesta etapa, o sal grosso é transformado em sal peneirado, triturado, moído e refinado, que possuem sua classificação e tolerância de aditivos estabelecidos pelo decreto Decreto 75.697 (BRASIL, 1975), precisando obedecer também as especificações das resoluções da Anvisa, entre elas estão a RDC nº 604 de 2022⁵, que especifica o teor de iodo no sal, a RDC nº 331 de 2019⁶, que aborda os riscos microbiológicos dos alimentos, a RDC nº 487 de 2021⁷, que limita o teor de metais pesados no sal e a RDC nº 623 de 2022⁸, que estabelece o limite de matérias estranhas nos alimentos.

⁴ Disponível em: <http://www.cardall.com.br/produto/secador-rotativo-12>. Acesso em: 10 jun. 2022.

⁵ Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6394607/RDC_604_2022_COMP.pdf/4af228e9-d771-4e53-95f6-a003a86ac020. Acesso em: 25 jun. 2022.

⁶ Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-235332272>. Acesso em: 25 jun. 2022.

⁷ Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-487-de-26-de-marco-de-2021-311593455>. Acesso em: 25 jun. 2022.

⁸ Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-623-de-9-de-marco-de-2022-386100039>. Acesso em: 25 jun. 2022.

O sal pode ser embalado em pacotes de 1 kg, em pacotes de 25 kg ou em *big bags*, a depender do destino que terá após embarque da carga de sal. Esses produtos são armazenados sob paletes em lotes de galpões evitando o contato da embalagem com o solo, assim como prevenindo qualquer violação e contaminação do produto.

4 ATRIBUIÇÕES DURANTE O PERÍODO DE ESTÁGIO

4.1 Análises físico-químicas do sal

As análises físico-químicas foram realizadas em períodos diferentes, de acordo com a referida análise. A análise de teor de iodo no sal foi realizada a cada 30 minutos, para garantir níveis adequados desta substância no produto, pois a vazão de sal varia de acordo com os tipos de sais que estão sendo produzidos, de modo que seja necessário alterar a vazão de saída dos dosadores ocasionalmente. O teor de cálcio e magnésio, assim como a dureza, por serem independentes do processo de fabricação, são analisados apenas uma vez por turno (a cada 6 horas), a depender da alteração da matéria-prima, isto é, a pilha de sal grosso (in natura). Cada tipo de sal passa por cada uma das análises físico-químicas que serão comentadas.

A aferição das balanças é realizada periodicamente com o auxílio de pesos calibrados e com validade, de modo a garantir precisão na conclusão do processo de aferição. Além disso, de 6 em 6 meses é realizada uma nova calibração de cada equipamento para medida de massa.

A calibração das vidrarias e peneiras granulométricas possuem prazo para calibração um pouco maior, sendo calibrados anualmente, as datas de calibração realizada e data para nova calibração estão presentes em fichas emitidas pela empresa que realiza a calibração dos equipamentos.

4.1.1 Preparo de soluções

Durante o período de estágio, diversas soluções químicas foram preparadas para utilização nas análises físico-químicas ou para a limpeza das vidrarias. Vale destacar que todos os procedimentos foram realizados com a utilização dos equipamentos de proteção individual adequados.

4.1.2 Análises volumétricas

Consiste em métodos que permitem a determinação da quantidade de analito presente em uma determinada amostra por meio da aferição do volume gasto de um líquido titulante que irá reagir de maneira estequiométrica com o referido analito. A titulação é um método volumétrico que está entre os procedimentos analíticos mais precisos, a finalização da reação em geral é indicada por meio da adição de um indicador, que irá mudar de cor, ou de maneira

mais moderna por equipamentos eletrônicos. A titulação pode ser considerada uma espécie de comparação química (SKOOG *et al.*, 2015).

4.1.2.1 Teor de cálcio

Pesa-se 10 g da amostra de sal a ser analisada, em seguida a dilui completamente com água destilada, a qual é inserida em um balão volumétrica de modo a obter uma solução com 10% em massa de sal. Posteriormente, transfere 10 ml da solução com 10% de sal para um erlenmeyer e adiciona-se 30 ml de água destilada, depois 5 ml de hidróxido de sódio com concentração em massa de 20% e por fim o indicador Calcon, a solução resultante deve apresentar coloração rosada. Titula-se a solução com EDTA 0,01 M até que a cor passe a ser azul. Anota-se o volume e em seguida faz a determinação do cálcio presente na amostra pela Equação 1. (LUTZ, 2008).

$$Ca = V \times f \times 0,04008 \quad (1)$$

Em que V é o volume de solução titulante gasta (mL), f é o fator de correção para a solução de EDTA 0,01 M, determinada por meio da titulação de uma solução padrão primário de cálcio com concentração de 1 mg/ml com uso da equação 2.

$$f = \frac{mg \text{ de } CaCO_3}{ml \text{ de } EDTA \times 100,09} \quad (2)$$

4.1.2.2 Teor de magnésio

Pesa-se 10 g da amostra de sal a ser analisada, em seguida a dilui completamente com água destilada, a qual é inserida em um balão volumétrica de modo a obter uma solução com 10% em massa de sal. Em seguida transfere 10 ml da solução com 10% de sal para um erlenmeyer e adiciona-se 30 ml de água destilada, depois 10 ml de solução tampão de pH 10 e por fim o indicador Eriocromo T, a solução resultante deve apresentar coloração rosada. Titula-se a solução com EDTA 0,01 M até que a cor passe a ser azul Anota-se o volume e em seguida faz a determinação do cálcio presente na amostra pela Equação 3. (LUTZ, 2008)

$$Mg = (V' - V) \times f \times 0,02431 \quad (3)$$

Em que V é o volume de solução titulante gasta na determinação do teor de cálcio (mL) e V' é o volume de solução titulante gasto na titulação correspondente aos íons cálcio e magnésio (mL), f é o fator de correção para a solução de EDTA 0,01 M, determinada por meio da titulação de uma solução padrão primário de cálcio com concentração de 1 mg/ml com uso da Equação 2.

4.1.2.3 Determinação da dureza do sal

Pesa-se 25 g da amostra de sal e dissolve essa massa com água destilada. Após a dissolução completa do sal, transfere-se o conteúdo líquido para um balão volumétrico com a finalidade de se obter uma solução com concentração em massa de 10% de sal. Depois transfere-se o conteúdo para um erlenmeyer, adiciona-se 1 ml de solução tampão de pH 10 e adiciona-se o indicador de Eriocromo T, a solução deve apresentar solução rosada. Então é feita a titulação até que a solução apresente coloração azulada.

Para o cálculo da determinação da dureza, isto é, massa de carbonato de cálcio por massa de sal, utiliza-se a equação disponível para cálculo da dureza da água:

$$Dureza \left(\frac{mg \text{ de } CaCO_3}{L \text{ de solução}} \right) = \frac{1000 \times V \times A}{v} \quad (4)$$

Em que V é o volume da amostra, v é o volume de solução titulante gasta e A é a razão mg de $CaCO_3$ equivalente a 1 ml da solução de EDTA 0,01 M. Para a obtenção da dureza em função da massa de sal em kg basta multiplicar a Equação 4 por 10, já que a solução titulada possui concentração mássica de 10% em sal.

4.1.2.4 Teor de iodo no sal

Em um erlenmeyer adiciona-se aproximadamente 200 ml de água destilada, adiciona-se 5 ml de solução de ácido sulfúrico, 2 ml de amido 1% e 1 ml de iodeto de potássio. Em seguida pesa-se 10 g da amostra de sal, a qual é despejada no erlenmeyer previamente pronto. A solução vai adquirir tonalidade azul e deve ser titulada com a solução de tiosulfato de sódio até se tornar incolor. O cálculo para determinação do iodo é feito de acordo com a seguir:

$$Iodo \left(\frac{mg}{kg} \right) = V \times f \times \frac{105,8}{P} \quad (5)$$

Em que V é o volume da solução titulante gasto (mL), f é o fator de correção da solução de sódio 0,005 M e P é a massa da amostra em g.

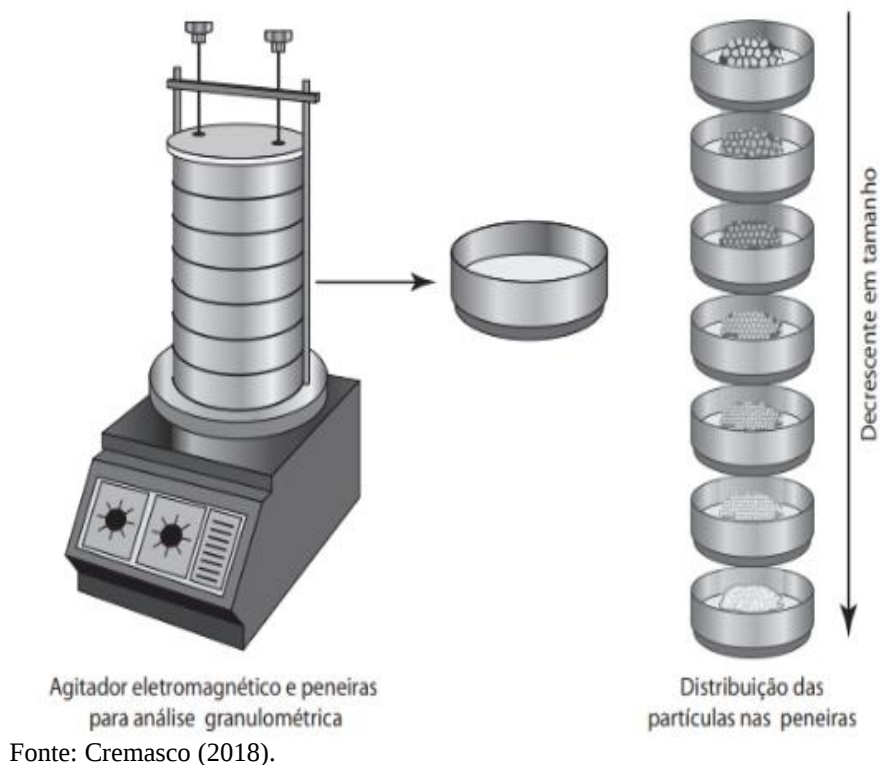
4.1.3 Métodos gravimétricos

São métodos quantitativos em que análise se baseia na medição de massa realizada em uma balança analítica. Geralmente consiste na determinação da quantidade ,em massa, de um composto puro ao qual o analito está relacionado quimicamente(SKOOG *et al.*, 2015).

4.1.3.1 Granulometria

A granulometria consiste em passar o sal através de peneiras de aço inoxidável com tamanho dos poros variando de 9,5 mm até 0,106 mm. As peneiras por quais cada tipo de sal será submetido será de acordo com o Decreto 75.697/75 (BRASIL, 1975) e com as especificações de cada cliente. Trata-se de uma análise simples, pesa-se 100 g de amostra de sal, deposita-a na torre de peneiras (Figura 6), submete o conjunto um período de agitação, então, a massa de sal retida em cada uma das peneiras é anotada.

Figura 6 – Representação de um peneiramento em escala de laboratório.



4.1.3.2 Umidade

O sal é cristalizado da água do mar, de modo que seja natural reter certa quantidade de água em seus cristais, mas a legislação limita a quantidade de água que pode permanecer no produto. Assim é preciso que seja realizadas análises do teor de água nos tipos de sais para verificar se atende os limites listados na Tabela 2.

A balança de umidade é um equipamento que fornece precisão na determinação da quantidade de água na amostra de sal. Consiste em uma balança que contém um prato em que será distribuída a amostra de maneira uniforme e uma espécie de cúpula com um aquecedor que irá promover a evaporação da água. Quando a massa ficar constante o equipamento irá emitir um sinal sonoro.

O procedimento consiste apenas em colocar 10 gramas da amostra no prato do dispositivo e espalhar uniformemente, fechar a cúpula, acionar o início do processo, esperar o sinal sonoro e anotar o valor que o painel apresentar.

4.2 Acompanhamento do processo produtivo

Ocasionalmente foi realizada visitas às áreas de produção e beneficiamento para observar a garantia das condições adequadas para os colaboradores, assim como checar a integridade dos produtos oferecidos pela empresa, sempre prezando pelo bem-estar dos colaboradores e pela qualidade do produto, conforme as boas práticas de fabricação.

4.3 Emissão de certificados de qualidade do produto

Os produtos que saem da empresa têm sua qualidade atestada por um certificado de qualidade emitido pelo laboratório em conformidade com a legislação mais recente sobre o sal. A identificação dos lotes dos produtos e notas fiscais emitidas pelo corpo administrativo da empresa permite que, em caso de problema, o produto seja localizado e recolhido. Além disso, caso o cliente solicite, pode ser feito um relatório sobre a mercadoria enviada. A emissão do certificado de qualidade, da nota fiscal e produção de relatório para clientes foi acompanhada durante o estágio, enquanto o procedimento de rastreabilidade foi apenas simulado.

4.4 Dificuldades encontradas

O tempo do estágio foi majoritariamente investido nas análises físico-químicas e no acompanhamento de emissão de certificados de qualidade do produto, de modo que o acompanhamento da produção foi insuficiente, além disso, o acesso aos supervisores de produção para discutir suas opiniões quando a aspectos do processo foi escasso.

É importante mencionar que os dados de carga, faturamento, certificados de qualidade, relatórios empresa/cliente e registros de clientes são classificadas como atividades sigilosas, de forma que o estagiário não possa armazenar o referido conteúdo para usar no presente relatório.

4.5 Sugestões para melhorias do processo

- A dosagem do iodo deveria ser ajustada antes do início de produção de cada novo produto, sendo conhecida a vazão mássica de sal do processo.
- Sistema de controle de vazão do secador ajustada mediante a análise da umidade da matéria-prima, de modo a garantir que a umidade seja mantida dentro dos limites do Decreto 75.697/75 e evitar que o gás combustível seja consumido em excesso.

- Reduzir ao máximo partes moveis que possam entrar em contato com outras partes e gerar desgaste mútuo ou risco de contaminação do produto.

4.6 Áreas de identificação com o curso

As análises laboratoriais permitiram que fossem observados os procedimentos para determinação de espécies químicas de maneira quantitativa e qualitativa, observando reações, com atenção aos procedimentos adequados e manipulação de reagentes. Com isso, retomando os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Química Analítica, Química Aplicada e Fundamentos de Análises Químicas, assim como seus respectivos laboratórios.

Na observação do processo de refino e beneficiamento do sal, foi possível observar troca térmica, transporte de sólidos e processos de separação de componentes em diferentes fases, além de observar o projeto já executado de uma refinaria de sal e um armazém de sal. Essas observações permitiram observar as disciplinas de Operações Unitárias, assim como o resultado de um projeto de processo.

Por fim, foi possível interagir com o mercado de trabalho, observando o engenheiro químico enquanto gestor de pessoas e líder de equipe, o que foi algo relativamente novo, mas que se mostrou algo essencial aos conhecimentos do profissional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio realizado na empresa F. Souto Indústria e Comércio de Sal S.A. permitiu estabelecer conexão entre conhecimentos teóricos e práticos, onde foi possível observar que, desde que a integridade do processo não seja comprometida, é viável realizar alterações do processo para correção de falhas de maneira ágil.

Um dos pontos que mais foi observado durante o curso foi a preocupação constante com a qualidade do produto, análises constantes do produto, e a segurança do corpo de funcionários da empresa, os técnicos de segurança realizam a vistoria de todo o processo, fornecendo sempre que necessário os equipamentos de proteção individuais. O corpo de funcionário encontra-se bem integrados de modo que em ocorrência de algum problema todos colaborem o máximo possível para a resolução no menor tempo possível.

Na empresa F. Souto, há treinamento de pessoal sempre que, por algum motivo, o processo de funcionamento da empresa seja temporariamente comprometido, de modo a aproveitar o máximo possível o tempo de cada um dos funcionários na empresa.

O contato profissional foi de suma importância para amadurecimento do estagiário enquanto indivíduo, onde foi possível observar as reações de diferentes seres humanos em situações adversas que aconteceram durante o estágio, o que destaca a importância de conhecimento de gestão de pessoas para aproveitamento máximo do potencial do corpo de funcionários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Deborah Cordeiro de. **Determinação das propriedades físico-químicas na obtenção e processamento de sal tipo:** peneirado, grosso, triturado, moído e extrafino. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/38898>. Acesso em: 25 jun. 2022.
- BRASIL. Decreto nº 75.697, de 6 de maio de 1975. Aprova padrões de identidade e qualidade para o sal destinado ao consumo humano. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, DF. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-75697-6-maio-1975-424211-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 14 jun. 2022.
- CÂMARA, Carlos Alberto Leopoldo. **Produção de sal por evaporação solar.** 1. ed. Natal: Antenna Edições Técnicas, 1999.
- COSTA, J. L. **Sal.** Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2001/sal_revisado.pdf. Acesso em: 25 jun. 2022.
- CREMASCO, M. A. **Operações Unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos.** São Paulo: Blucher, 2018.
- LEITE, J. Y. P.; DELBONI JR., H. **A indústria do sal, processamento e cominuição.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 20, 2003, Criciúma. **Anais [...].** Criciúma: Desktop Publishing/UNESC, 2003. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001379488>. Acesso em: 25 jun. 2022.
- LUTZ, Adolf. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. **Rochas & minerais industriais:** usos e especificações. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/522>. Acesso em: 25 jun. 2022.
- MENDES, A. *et al.* **Produção de sal.** Porto: Projeto FEUP, 2012. Disponível em: <https://alvarovelho.net/attachments/article/47/producaosal.PDF>. Acesso em: 25 jun. 2022.
- SKOOG, D. A. *et al.* **Fundamentos de Química Analítica.** 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.