



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS MOSSORÓ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA - DET
CENTRO DE ENGENHARIAS - CE
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

JÚLIA KALLYNE DA SILVA BELMIRO

**AVALIAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DO PROCESSO PRODUTIVO DO
SAL NA EMPRESA REFIMOSAL (REFINAÇÃO E MOAGEM DE SAL SANTA
HELENA LTDA)**

Mossoró/RN

2019

JÚLIA KALLYNE DA SILVA BELMIRO

**AVALIAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DO PROCESSO PRODUTIVO DO
SAL NA EMPRESA REFIMOSAL (REFINAÇÃO E MOAGEM DE SAL SANTA
HELENA LTDA)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como requisito para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Química.

Orientadora: Prof.º Dr. Francisco Souto de Sousa Júnior.

Mossoró/RN

2019

© 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.

B451a Belmiro, Júlia Kallyne da Silva.
AVALIAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DO PROCESSO
PRODUTIVO DO SAL NA EMPRESA REFIMOSAL (REFINAÇÃO
E MOAGEM DE SAL SANTA HELENA LTDA) / Júlia
Kallyne da Silva Belmiro. - 2019.
66 f. : il.

Orientador: Prof.º Dr. Francisco Souto de
Sousa Júnior.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2019.

1. Indústria Salineira. 2. Análises Físico-
Químicas. 3. Cloreto de Sódio. 4. Iodo. 5. Controle
de Qualidade. I. Júnior, Prof.º Dr. Francisco
Souto de Sousa , orient. II. Título.

JÚLIA KALLYNE DA SILVA BELMIRO

**AVALIAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DO PROCESSO PRODUTIVO
DO SAL NA EMPRESA REFIMOSAL (REFINAÇÃO E MOAGEM DE SAL
SANTA HELENA LTDA)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Engenharia Química da
Universidade Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA, como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Química.

APROVADO EM: 14 / 08 / 2019

BANCA EXAMINADORA

Francisco Souto de Sousa Júnior

Prof.^a Dr. Francisco Souto de Sousa Júnior
Presidente

Cláudia Alves de Sousa Muniz

Prof.^a Dra. Cláudia Alves de Sousa Muniz
Segundo Membro

Jefferson Souza Medeiros

Jefferson Souza Medeiros
Terceiro Membro

A meu pai Benilto da Silva Belmiro (in memoriam), que sempre acreditou em mim e que me deu todo suporte para eu prosseguir com os meus sonhos, e que para sempre será minha fonte de inspiração.

A Luzeneide Batista da Silva, minha querida mãe, meu exemplo de amor, de força e bondade.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que tens feito em minha vida, e por tudo que ainda vai fazer. Agradeço por todo amor e misericórdia que me confere todos os dias, mesmo eu sendo tão falha.

Aos meus pais, Luzeneide Batista e Benilto Belmiro (in memoriam) que sempre me incentivaram e me deram todo suporte para a realização desse sonho. Obrigada por sonharem comigo e acreditarem na minha capacidade de vencer todos os obstáculos. Amo vocês.

A minha amada irmã Maria Alice que iluminou minha vida de maneira que nunca conseguirei explicar. Sou muito abençoada em ter você. Te amo!

A toda minha família. Agradeço aos meus avós, meus tios, meus primos, por serem essa família maravilhosa para mim. Cada sorriso, cada abraço, cada reconhecimento e palavras de incentivo são muito importantes para que eu continue lutando por meus sonhos. A minha vitória também é a de vocês.

A meu primo/irmão Micleydson Batista pelas inúmeras vezes que cuidou de mim, me motivou, ouviu, aconselhou, acreditou e me abraçou nos momentos de saudades. Obrigada, por tanto. Eu te amo, tudo fica mais bonito você estando perto.

A minha amiga, irmã de coração e companheira de quarto Dayana Mendes. Obrigada por compartilhar comigo inúmeros momentos, tristes e alegres. Aprendi muito com você, Day. e dos tantos dons e talentos que moram aí dentro, o maior deles é saber demonstrar o amor que você sente pelas pessoas e eu o senti todos os dias morando contigo. Amo você!

Ao grupo “Segredo”, do qual fazem parte, Geronillane Valentim, Cintia Mara, Isnara Victória, Rayane Cássia e Thaiane Cruz. Meninas, vocês são presentes de Deus na minha vida. Agradeço por toda cumplicidade, amor, carinho e amizade.

As amizades fortalecidas. Agradeço a Paulo Cezar, Danielle, Dayane, Iamma, Adrielly, Adrienny, Maria Deise, Daniela Cintia, Russilanya, Kidja Maria e Luiza Bisneta pelo laço de amizade tão especial que existe entre nós, mostrando que a distância não é nada para pessoas que compartilham verdadeiramente desse sentimento.

A Jefferson Medeiros, Wiago Felipe e Felipe Natan pela valiosa amizade que construímos e por terem me ajudado de diversas formas durante minha vida acadêmica. Sou grata por ter vocês em minha vida. Contem sempre comigo.

Ao meu grupo de estudo e família quando cheguei em Mossoró Mateus Felipe, Alanderson Arthu e Zaira Cruz (in memoriam). Agradeço pelas incontáveis vezes que me ajudaram, por terem sido ombro amigo e compartilhado de tantos momentos durante minha vida acadêmica. Vocês estarão sempre no meu coração.

As minhas amigas Aparecida Paiva e Alaene Oliveira por serem essas pessoas incríveis. Agradeço pelas incontáveis vezes que me ajudaram, que me ouviram falar dos assuntos do curso e da vida. Vocês são presentes para mim!

A minha amiga, companheira de curso e estágio Geronillane Valentim. Obrigada por compartilhar comigo inúmeros momentos. O seu amor à Deus é admirável, vejo o Senhor em você e seu coração é dos melhores que conheci. Amo você!

A “Seu Franqueldo” e Rejanne Souto por ter sido os melhores supervisores, o coração transborda de gratidão por todo afeto e carinho que vocês tiveram comigo, sempre preocupados em me repassar todo conhecimento e flexíveis nos momentos em que precisei me ausentar. Vocês são incríveis e serão sempre lembrados com muito amor.

Ao professor Francisco Souto por ter aceitado ser meu orientador. Gostaria de externar a felicidade e o privilégio que é ter sido sua orientanda, seu amor pela educação me encanta. Observar-te me fez entender que um bom professor, além de ensinar é um grande incentivador de pessoas.

A professora Dra. Cláudia Alves de Sousa Muniz e o Engenheiro de Produção Jefferson Souza Medeiros por terem aceitado fazer parte da banca examinadora.

A todos os professores. Agradeço pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal através de suas colaborações durante as aulas, como também fora delas.

*“De um lado eu e todas as minhas
urgências, do outro a sua voz dizendo:*

*não se preocupe
ainda temos muito pra existir.” - Ryane Leão.*

RESUMO

O estado do Rio Grande do Norte encontra-se entre os maiores produtores de sal marinho por evaporação do país, isso se dá, por ele apresentar aspectos naturais como clima, relevo, solo, ventos e uma grande quantidade de água marinha que favorecem a produção do sal por evaporação solar. O sal é produzido em três etapas até o seu beneficiamento, a primeira etapa é a produção dos cristais de sal, em seguida tem-se a cristalização da salmoura, finalmente a colheita e lavagem do sal. No beneficiamento é realizado o processo de moagem, ou refino, tem adição de ferrocianeto de sódio e iodo de acordo com as exigências do mercado e da legislação, em seguida é embalado e distribuído para a comercialização. Dessa forma, o presente relatório traz consigo informações acerca das atividades desenvolvidas durante o período do estágio curricular realizado na empresa REFIMOSAL - Refinação e Moagem de Sal Santa Helena LTDA - situada no município de Mossoró/RN. As atividades realizadas ocorrem no setor de controle de qualidade, situado na própria refinaria. As análises foram necessárias para certificar se o produto final a ser comercializado atende as especificações da legislação vigente. Durante o processo de produção do sal é de fundamental importância que o controle de qualidade garanta que o produto fabricado esteja dentro das especificações a que se destina.

Palavras Chave: Indústria Salineira. Análises Físico-Químicas. Cloreto de Sódio. Iodo. Controle de Qualidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formação de cloreto de sódio.	20
Figura 2 - Antiumectantes.	21
Figura 3 - Tabela de Reserva e produção mundial.	24
Figura 4 - Evaporadores.	29
Figura 5 - Primeira lavagem.	30
Figura 6 - Segunda lavagem.	30
Figura 7 - Esteiras.	31
Figura 8 - Sal empilhado.	31
Figura 9 - Moinho de bolas.	32
Figura 10 - Secador de leite fluidizado e ciclone.	33
Figura 11 - Fornalha e válvulas de controle da pressão.	33
Figura 12 - Peneira vibratória.	34
Figura 13 - Rotâmetros (Flowmeter) – Controladores de Vazão.	35
Figura 14 - Área de diluição e preparo dos aditivos.	35
Figura 15 - Empacotadeiras de sal.	36
Figura 16 - Enfardadeira.	37
Figura 17 - Determinação do Iodo.	38
Figura 18 - Determinação do Cálcio.	40
Figura 19 - Determinação do Magnésio.	41
Figura 20 - Solução salina com Adição de Solução de Sulfato Ferroso.	43
Figura 21 - Leitura da Absorbância em Fotocolorímetro Analyser.	44
Figura 22 - Agitador Magnético.	45
Figura 23 - Determinação dos Resíduos Insolúveis.	46
Figura 24 - Balança determinadora de umidade.	47
Figura 25 - Média das umidades.	48
Figura 26 - Gráfico com os resultados obtidos com o número de não conformidades.	49
Figura 27 - Fluxograma do processo do sal refinado, granulado e micronizado.	59
Figura 28 - Laudo para sal refinado industrial.	60
Figura 29 - Especificações do Sal refinado com aditivo.	61
Figura 30 - Especificações do sal refinado sem aditivo.	62
Figura 31 - Especificações do sal granulado industrializado.	63
Figura 32 - Especificações do sal grosso peneirado para churrasco.	64

Figura 33 - Especificações do sal moído para consumo animal e industrial.....	65
Figura 34 - Planilha de controle de iodo.	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades do sal (NaCl).....	21
Tabela 2 - Caracterização dos Produtos fabricados pela REFIMOSAL.....	26
Tabela 3 - Quantidade e Ocorrência de não conformidades.....	49
Tabela 4 - Aplicação do Método FMEA no produto da empresa REFIMOSAL.	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APPCC - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle na Empresa

BPF – Boas Práticas de Fabricação

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

FMEA - Análise dos Modos e Efeitos de Falhas

NaCl - Cloreto de Sódio

NPR - Número de Prioridade de Risco

REFIMOSAL - Refinação e Moagem de Sal Santa Helena Ltda

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 A HISTÓRIA DO SAL	18
3.2 PRODUÇÃO DE SAL NO BRASIL.....	18
3.3 PRODUÇÃO DE SAL NO RN	19
3.4 SAL.....	20
3.5 TIPOS DE SAL	22
3.5.1 Sal de cozinha	22
3.5.2 Sal Marinho	23
3.5.3 Sal Kosher	23
3.5.4 Sal de Rocha.....	23
3.5.5 Sal de Churrasco ou Peneirado.....	23
3.5.6 Sal Moído	24
3.6 O MERCADO DE SAL NO MUNDO E NO BRASIL	24
4 REFIMOSAL	25
4.1 A EMPRESA	25
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS DA EMPRESA.....	25
4.3 PROCESSO PRODUTIVO	29
4.3.1 Evaporadores, Cristalizadores, Colheita e Lavagem.....	29
4.3.2 Beneficiamento do Sal.....	32
5 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	37
5.1 ANÁLISES QUÍMICAS	38
5.1.1. Iodo	38
5.1.2. Cálcio.....	39
5.1.3. Magnésio	41
5.1.4. Sulfatos	42
5.1.5. Ferrocianeto de Sódio	43
5.2 ANÁLISES FÍSICAS	44
5.2.1. Granulometria	44
5.2.2 Resíduos Insolúveis	45
5.2.3 Umidade	47

5.3 ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES	48
5.4 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA E PROPOSTAS DE MELHORIA	50
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
6.1 SUJESTÕES DE MELHORIAS PARA A EMPRESA	55
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	59

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Andrade (2015), a história da humanidade revela a importância do papel desempenhado pelo sal, desde o primeiro tempero da civilização na utilização da conservação de alimentos no Egito antigo, como também na utilização de pagamento em Roma, no qual, era utilizado como moeda, originando a palavra “salário”.

No Brasil, as principais salinas (unidades produtoras de sal) localizam-se no Rio Grande do Norte onde o produto foi um dos primeiros a ser explorado comercialmente. A exploração teve início a partir de 1802 nos municípios de Mossoró, litoral de Areia Branca, Açu e Macau, embora o conhecimento de jazidas espontâneas na região já era conhecido desde o início da colonização (COSTA, 2013).

O Rio Grande do Norte por apresentar condições geográficas e climáticas favoráveis faz com que o estado seja o maior produtor de sal marinho, possuindo temperaturas oscilando entre 24 e 35 °C (temperatura essa que dura a maior parte do ano), baixos índices pluviométricos anuais, o baixo teor de umidade do ar, boa intensidade de radiação solar, velocidades dos ventos e solo impermeável, o que assegura condições ideais para a cristalização e colheita do sal. Todos esses fenômenos naturais contribuem para a elevada produção de sal do RN (DINIZ 2017; VASCONCELOS, 2017).

Segundo PEREZ (2001) o processo de beneficiamento do sal compreende várias etapas que vão desde o bombeamento da água do mar até as análises e expedição do sal. Uma das grandes empresas deste ramo é a REFIMOSAL (Refinação e Moagem de Sal Santa Helena Ltda), a qual foi fundada em 1977 por Severino Praxedes, com atividade principal o beneficiamento do sal, destacando-se pelo atendimento às necessidades do mercado por um produto de maior padrão de qualidade, sendo referência no ramo salineiro.

Nesse sentido, este trabalho busca apresentar o processo de produção do sal marinho como também o estudo dos parâmetros físico-químicos fundamentais na determinação da qualidade do produto finalizado. Para isso foi conhecido detalhadamente o processo produtivo de sal da indústria salineira REFIMOSAL.

2 OBJETIVOS

Nessa seção serão descritos os objetivos gerais e os específicos traçados para o presente trabalho.

2.1 OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho possui como objetivos gerais estudar e fazer parte, quando possível, de todas as etapas que constituem o processo produtivo do sal marinho na indústria salineira REFIMOSAL - Refinação e Moagem de Sal Santa Helena LTDA, localizada no município de Mossoró/RN, observando os parâmetros físico-químicos fundamentais para a determinação da qualidade do sal dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender o processo de beneficiamento do sal (Secagem do sal, moagem, peneiramento, aditivagem e ensacamento);
- Observar e auxiliar, nas etapas que constituem o controle de qualidade do produto final das pilhas de estocagem, embarque e distribuição;
- Realizar análise de determinação de teor de umidade, teor de iodo, cálcio, magnésio, sulfato, dureza, ferrocianeto de sódio e resíduos insolúveis;
- Analisar as não conformidades da empresa no período de um ano;
- Auxiliar, quando possível, no processo produtivo do sal.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A HISTÓRIA DO SAL

Os primeiros indícios da utilização do sal, foi por volta de 6.000 a.C. Em que, a civilização egípcia começou a cultivar a terra, criações e a pesca nas margens do Rio Nilo, os egípcios utilizavam o sal para a preservação e conservação dos seus alimentos, como: carnes, peixes e vegetais. A obtenção do sal se dava por evaporação das águas do Nilo, do mar mediterrâneo, além dos lagos salgados do deserto (KURLANSKY, 2003; DAMÁSIO, 2009).

Há milênios, a atividade de extração de sal através de salinas tem sido utilizadas pelo homem, no qual, as primeiras menções é datada no período pré-histórico chinês, no transcorrer da dinastia do imperador Huang há 2.500 a.C. Foi apenas na Idade Média que a tecnologia da mineração começou a se desenvolver (COSTA, 2012).

Outras duas civilizações importantes a utilizarem o sal, foram os gregos e romanos. Os gregos tiveram os primeiros contatos com o mineral nas suas idas ao mediterrâneo, quando chegava a Atenas o mineral era aplicado na conservação de peixes ou mesmo como uma simples matéria prima, além do uso como de troca por escravos (FUNARI, 2002).

Em Roma, o sal despertou interesse dos habitantes que viviam nas margens do rio Tibre. Semelhantes aos gregos os romanos também utilizavam o sal como moeda de troca. É no império romano que o sal é usado como pagamento de seus trabalhadores e soldados, a partir desse ato que surgiu a palavra salário, tornando a exploração do produto de grande importância e valor (RIEGER, 2012).

No dia 12 de março de 1930, Mahatma Gandhi e vários discípulos iniciaram uma marcha, que durou cerca de 25 dias, em protesto contra o domínio inglês na Índia, a mesma ficou conhecida como Marcha do sal ou Satyagraha do sal. Ao chegar na costa Gandhi violou a lei quando apanhou um punhado de sal. Essa atitude encorajou várias pessoas por toda a Índia produzir o próprio sal como uma forma de protesto, e se tornou um marco importante na luta pela independência da Índia (COISSORÓ, 2017).

3.2 PRODUÇÃO DE SAL NO BRASIL

O sal já era disputado desde o tempo da coroa, como Portugal possuía salinas eles trataram logo de exportar seu sal para as colônias, proibindo a extração local como também o benefício das salinas naturais. Dessa maneira, no ano de 1655, os brasileiros que tinham acesso

livre e farto, foram obrigados a consumir o sal caro da metrópole. No final do século 17, com a expansão da mineração do ouro e da pecuária, a coroa permitiu o uso do sal brasileiro, contanto que fosse comercializado por contratadores. Só em 1808 que a extração e o comércio de sal foram permitidos dentro do reino, porém ainda perdurava a importação. O monopólio salineiro ainda continuou por todo o século XIX no Brasil e só foram extintos depois da Proclamação da República (ADITIVOS & INGREDIENTES 2011 p.27).

Em 1820, o naturalista Von Martius fez a descrição do processo de extração do sal, que de acordo com seus documentos, ocorria a partir da dissolução das terras que continham um teor de NaCl, o sistema era bastante rudimentar, o processo de filtração acontecia de forma que as terras salinas passavam por gravetos e a areia eram apoiados por um couro de boi furado. A precipitação do sal se dava quando o sal era evaporado devido à baixa umidade e as altas temperaturas, típicas do Rio de Janeiro (VITA et al., 2007).

Atualmente, alguns estados se destacam na produção de sal marinho, como: Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Rio de Janeiro. Juntos, esses estados correspondem por quase toda produção nacional. Porém, esta produção não é nenhum pouco equilibrado, enquanto o Rio de Janeiro produz cerca de 3% as salinas potiguares produzem 94%, um dos fatores para esses números é o clima da região (ALCO, 2018).

De acordo com Costa (2013), a atividade salineira do Brasil representa um ponto estratégico no setor mineral-industrial, a partir desse aspecto é de fundamental importância o conhecimento dos dados históricos que deram tal relevância a atividade, especialmente o que causou a dinâmica socioeconômica da produção de sal ao longo dos anos, desde a colonização até os dias atuais.

3.3 PRODUÇÃO DE SAL NO RN

Segundo Andrade (1995), o contexto histórico ligado a produção de sal impulsionou a atividade salineira no Rio Grande do Norte, a descoberta das grandes salinas no litoral do estado aconteceu em meados do século XVI, no qual, ocorreu a expansão da população para o Maranhão na tentativa de luta contra os franceses.

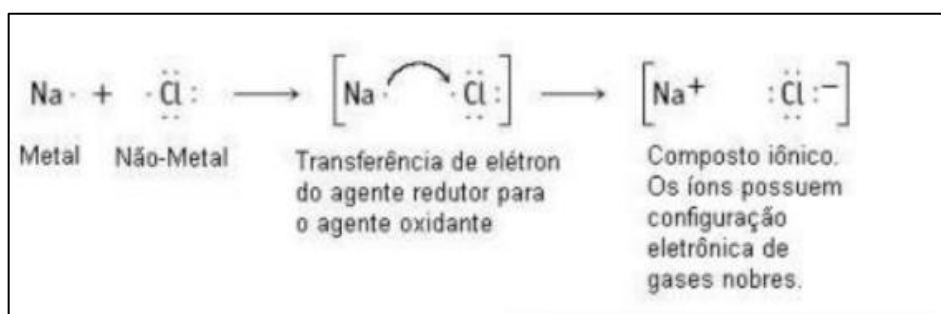
Os principais impulsos da economia do estado nos períodos de colônia e império estavam ligados aos setores agropecuário e extrativo, onde destaca-se o sal, além da criação de bovinos, caprinos, ovinos, cera de carnaúba, produção de algodão, entre outros (TRINDADE, 2005; ALBUQUERQUE, 2005).

De acordo com Diniz e Vasconcelos (2017), o Rio Grande do Norte é o estado que tem a maior produção de sal do Brasil devido a sua localização geográfica e climática, produzindo anualmente cerca de 5,5 milhões de toneladas de sal marinho, sendo 8% produzido na região de Galinhos e os outros 92% está dividido entre Macau e a região de Mossoró, Areia Branca e Grossos.

3.4 SAL

O sal, também conhecido como cloreto de sódio (NaCl), se encontra em condições normais, na forma de um sólido branco cristalino que é estruturado na proporção de um cátion, elemento químico sódio, e um ânion, elemento químico cloro. Esses dois elementos relacionam-se entre si de forma espontânea devido ao processo ser bastante exotérmico. A seguir, a Figura 1 mostra como os elementos se relacionam para formar o cloreto de sódio (CHEMELLO, 2005).

Figura 1 - Formação de cloreto de sódio.



Fonte: (COSTA, 2012).

O cloreto de sódio é uma das substâncias mais abundantes na natureza, pois além do sal dos oceanos, que constituem uma fonte interminável, pode-se obter sal de jazidas subterrâneas, de lagos salgados, de fontes de salmouras naturais, ou de mares. Outros sais podem ser encontrados diluídos no mar, porém o cloreto de sódio representa 77% do total (NORSAL, 2018).

As propriedades físico-químicas do sal são obtidas a partir dos elementos que as compõe, onde 60,633% é de cloro e 39,337% é de sódio (SALTINSTITUTE, 2018). O Quadro 1 apresenta algumas propriedades do sal.

Tabela 1 - Propriedades do sal (NaCl).

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO SAL	
Fórmula Molecular	NaCl
Massa Molar	58,443 g/mol
Ponto de Fusão	801 °C
Ponto de Ebulição	1413 °C
Densidade	2,17 g/cm ³
Odor	Sem Odor

Fonte: Adaptado de SALT INSTITUTE (2019).

O sal é usado em vários segmentos como na fabricação ácido clorídrico, borracha, cloro e também nas indústrias têxteis, alimentícias (tanto para alimentação humana como na alimentação animal) de sabão, entre outros (REFIMOSAL, 2019).

De acordo com ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), o sal para consumo humano estar associado ao cloreto de sódio cristalizado, extraído de fontes naturais e incorporado obrigatoriamente de iodo. Tal produto deve apresentar-se sob a forma de cristais brancos, ter granulometria homogênea, ter sabor salino-salgado natural e serem inodoros, além disto não pode apresentar sujeiras, microorganismos patogênicos ou qualquer outra impureza. Alguns antiemectantes podem ser adicionados ao sal, desde que estejam nos limites estabelecidos pela legislação, como mostra a Figura 2 abaixo.

Figura 2 - Antiemectantes.

Classe	Aditivo	Código	Limite de emprego em gr. por 100 gr.
Antiemectante	Carbonato de cálcio.....	AU-I	2,5
	Carbonato de magnésio.....	AU-II	2,5
	Fosfato tricálcio.....	AU-III	2,5
	Citrato de ferro amoniacal.....	AU-IV	0,002
	Silicato de cálcio.....	AU-V	1,0
	Ferrocianato de sódio.....	AU-VI	0,0005
	Alumínio silicato de sódio.....	AU-VII	1,0
	Dióxido de silício.....	AU-VIII	1,0

Fonte: (BRASIL, 1975).

Independentemente do tipo de sal, segundo a ANVISA, ele só será considerado próprio para o consumo humano se contiver teor igual ou superior a 15 miligramas até o limite máximo de 45 miligramas de iodo por quilograma de produto (BRASIL, 2013).

Conforme o DECRETO Nº 75.697, DE 6 DE MAIO DE 1975, Art. 3º, o sal se classifica de acordo com a sua composição, como:

- I. Sal comum;
- II. Sal refinado:
 - a. Sal refinado, extra;
 - b. Sal refinado;
 - c. Sal refinado, úmido.

Todos os tipos de sal refinado obedecerão à retenção máxima de 5% na peneira nº 20, com 0,84 mm de abertura, e à retenção de 90% na peneira número 140 com 0,105 mm de abertura.

De acordo com o Art. 5º, o sal comum é classificado quanto as suas características granulométricas, como:

- I. Sal grosso—sem especificações granulométricas;
- II. Sal peneirado—retenção máxima de 5% na peneira nº4 com 4,76 mm de abertura;
- III. Sal triturado—retenção máxima de 5% na peneira nº7 com 2,83 mm de abertura;
- IV. Sal moído—retenção máxima de 5% na peneira nº18 com 1,00 mm de abertura.

3.5 TIPOS DE SAL

Existem uma grande variedade de sais disponíveis para o preparo de alimentos. Posteriormente, será apresentado alguns tipos básicos: o sal de cozinha, sal marinho, sal kosher e o sal de rocha (ADITIVOS& INGREDIENTES (2011 p.29), como também sal de churrasco ou peneirado e o sal moído.

3.5.1 Sal de cozinha

Esse tipo de sal é o mais utilizado, podendo ser iodado ou não iodado, possui uma textura fina, é processado para retirar as impurezas e contém antiaglutinantes como, por exemplo, o

fosfato de cálcio. Em meados de 1920, o iodo foi incorporado ao sal pela primeira vez e o seu objetivo era combater uma epidemia de hipertireoidismo, causado pela falta de iodo.

3.5.2 Sal Marinho

O sal marinho é um sal mais caro que o sal de cozinha devido ao modo que é colhido. Ele é raspado manualmente das superfícies dos lagos de evaporação e alguns sais marinhos não são tão processados quanto o sal de cozinha, conservando assim os microminerais que em geral são retirados no decorrer do processo de refinação.

Esse tipo de sal pode ser grosso, fino ou em flocos, ele também pode possuir a coloração branca, rosa, preto ou uma combinação de cores todas essas características vão depender do lugar que eles forem extraídos e dos minerais que neles contiverem.

3.5.3 Sal Kosher

O sal kosher é muito utilizado por chefes de cozinha na preparação de carnes kosher, já que ele remove rapidamente o sangue. Ele apresenta uma textura grossa e não é iodado.

3.5.4 Sal de Rocha

Esse sal é do tipo grosso não refinado e possui certas impurezas que não são comestíveis, embora seja utilizado na culinária como, por exemplo, na preparação de sorvetes caseiros com a finalidade de fazer o gelo derreter mais rápido. O sal de rocha também é espalhado sobre estradas e calçadas congeladas para derreter o gelo.

3.5.5 Sal de Churrasco ou Peneirado

O sal de churrasco é um sal grosso submetido a uma operação de peneiramento que apresenta composição química idêntica do sal obtido pela evaporação do sal marinho, no entanto, a sua composição granulométrica estar sujeito as exigências do seu uso.

3.5.6 Sal Moído

É um sal grosso que passa por um moinho, apresentando composição química e granulométrica de acordo com as exigências do cliente, atendendo também as normas e leis do país. Dos produtos gerados pela indústria de moagem e refino é o sal que apresenta menor valor agregado. O produto classificado como moído extrafino é ofertado ao setor alimentício e agropecuário.

3.6 O MERCADO DE SAL NO MUNDO E NO BRASIL

De acordo com DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), a produção mundial do sal teve um aumento de 2,6 % no ano de 2015. Com uma estimativa em torno de 273Mt. A China, permaneceu em primeiro lugar, contribuindo com 25,6% da produção, seguida pelos Estados Unidos (EUA) com 17,6%. Já a produção de sal no Brasil foi estimada em torno de 7,7 Mt sendo 6,2 Mt de sal por evaporação solar e a vácuo, e 1,5 Mt de sal-gema.

Figura 3 - Tabela de Reserva e produção mundial.

Discriminação Países	Reservas (10 ⁶ t)	Produção (10 ⁶ t) ⁽²⁾		
	2015 ⁽¹⁾	2014 ⁽¹⁾	2015 ⁽¹⁾	(%)
Brasil ⁽²⁾	nd	7.500	7.700	2,8
China	nd	68.000	70.000	25,6
EUA ⁽²⁾	nd	45.300	48.000	17,6
Índia	nd	16.000	17.000	6,2
Canadá	nd	13.000	12.500	4,6
Alemanha	nd	12.200	12.500	4,6
Austrália	nd	11.000	11.000	4,0
México	nd	10.700	10.500	3,9
Chile	nd	8.500	9.000	3,3
Reino Unido	nd	6.700	6.700	2,5
Ucrânia	nd	6.100	6.100	2,2
França	nd	6.000	6.000	2,2
Turquia	nd	5.400	5.500	2,0
Espanha	nd	4.380	4.300	1,6
Polônia	nd	4.300	4.200	1,5
Outros países	nd	41.000	42.000	15,4
TOTAL	nd	266.080	273.000	100

Fonte: DIPLAM/DNPM; ABERSAL; e USGS - Mineral Commodity Summaries 2016.
(1) inclui sal de salmoura, sal-gema ou sal de rocha, sal de evaporação solar e de evaporação a vácuo, em toneladas métricas; (2) sal vendido ou usado por produtores; (r) revisado; (p) dado preliminar; (nd) não disponível.

Fonte: (Brasil, 2016).

No Brasil, o Rio Grande do Norte se destaca liderando com 5,9 Mt, no ano, representando assim 77% do total de sal do país e de 95,3% da produção brasileira de sal marinho, seguidos do Rio de Janeiro com uma produção estimada em 3 %, o Ceará com 1,6%, e do Piauí com 0,1% do sal do país (BRASIL, 2016).

4 REFIMOSAL

4.1 A EMPRESA

A REFIMOSAL – Refinação e Moagem de Sal Santa Helena Ltda - é uma das grandes empresas do setor salineiro no semi-árido potiguar. Fundado no ano de 1977 por Severino Praxedes Sobrinho, e com mais de 42 anos de história se mostra como referência no ramo salineiro do Estado, pois além de estar em constante modernização se preocupa com a qualidade dos seus produtos.

Com atividade principal voltada ao refino do sal para alimentação e beneficiamento do mesmo para os diferentes ramos industriais, indo do setor agrícola até o setor têxtil, destacando-se pelo atendimento às necessidades do mercado por um produto de maior padrão de qualidade, no ramo salineiro.

A matéria prima empregada no refino advém da salina Camurupim localizada em Guamaré-RN e devido à grande demanda se faz necessário adquirir sal de salinas terceirizadas como a Salina Santa Clara, Salina São Camilo e Salina Maranhão, localizadas no município de Grossos-RN.

Atualmente, a empresa possui uma linha bastante diversificada de sal, além de apresentar um processo produtivo bem definido e organizado, desde a colheita do Sal “in natura” até o empacotamento.

Por prezar pela qualidade dos seus produtos, a REFIMOSAL foi a pioneira na implantação de programas de qualidade como 5s e Boas Práticas de Fabricação de Alimentos (BPF), além de ser a primeira empresa de sal do Rio Grande do Norte e do Brasil certificada no Sistema APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle na Empresa). O sistema APPCC é de fundamental importância já que garante uma produção com eliminação de riscos físicos, químicos e biológicos, proporcionando assim, uma melhoria na qualidade dos produtos e consequentemente uma satisfação maior por parte dos clientes.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS DA EMPRESA

A empresa atende todas as regiões do país, possuindo uma grande diversidade nos seus produtos, abastecendo as indústrias alimentícia, têxtil, química, farmacêutica, curtumes, pecuária, entre outros (REFIMOSAL, 2018).

Várias marcas já estão bastante consolidadas em todo país, entre elas estão: Sal Marfim®, Sal Pluma®, Sal Mimosal®, Sal Têxtil® e Sal DuRebanho®, além disso terceiriza grandes marcas nacionais como SalGlobo® e Zaeli®. Na Tabela 3 é possível observar os principais produtos fornecidos pela empresa como também as principais características e aplicações.

Tabela 2 - Caracterização dos Produtos fabricados pela REFIMOSAL.

EMBALAGEM	TIPO DE SAL	APLICAÇÕES
	Sal Refinado, Iodato de Potássio e Ferrocianeto de Sódio. NÃO CONTEM GLUTEN. 1 kg	Consumo humano, mesa, cozinha.
	Sal Grosso Peneirado, Iodato de Potássio e Ferrocianeto de Sódio. NÃO CONTEM GLUTEN. 1 kg	Sal para churrasco.
	Sal Refinado Iodado. 1e 25 kg	Consumo humano, mesa, cozinha (1kg). Industria de alimentos (25kg).
	Sal Refinado e Ferrocianeto de Sódio. 25 kg	Industria de alimento e química.

	Sal Granulado e Ferrocianeto de Sódio. 25 kg	Consumo animal.
	Sal Moído, Iodato de Potássio e Ferrocianeto de Sódio. CONTÉM GLÚTEN. 1 kg	Consumo humano, mesa, cozinha.
	Sal Moído e Ferrocianeto de Sódio. NÃO CONTÉM GLÚTEM. 15, 25, 50 e 1000 kg	Consumo animal, Indústria de alimentos.
	Sal Refinado e Ferrocianeto de Sódio. 25 kg	Indústria têxtil e química.

	Sal Moído Triturado. 25 e 50 kg Consumo animal.
	Sal Moído e Ferrocianeto de Sódio. 15, 25, 50 e 1000 kg Consumo animal, Indústria de alimentos.
	Sal Refinado, Iodado de Potássio e Ferrocianeto de Sódio. NÃO CONTÉM GLÚTEM. 1 kg Consumo humano, mesa e cozinha.
	Sal Refinado, Iodado de Potássio e Ferrocianeto de Sódio. NÃO CONTÉM GLÚTEM. 1 kg Consumo humano, mesa e cozinha.

Fonte: Adaptado de SOUTO (2018).

4.3 PROCESSO PRODUTIVO

Segundo MELO (2008) a exploração do sal geralmente ocorre a céu aberto, e é obtido pela evaporação da salmoura que é proveniente da água do mar ou salmouras artificiais obtidas por dissolução subterrânea.

Anteriormente, foi citada que a principal atividade desenvolvida na empresa é o refino e beneficiamento do sal. O processo de colheita e lavagem do sal *in natura* pode ser sintetizado para que se tenha um melhor entendimento dos tópicos seguintes.

4.3.1 Evaporadores, Cristalizadores, Colheita e Lavagem

A princípio, tem-se a exploração das águas do mar, quando os rios que são temporais, enchem-se e encontram-se com essas águas, em seguida canais com água do mar são construídos com o objetivo de reter essa água em grandes tanques chamados de evaporadores. A água contida neles possui um teor de salinidade variando entre 3,5 a 4,5 ° Be (Baumé). O grau Baumé é uma escala hidrométrica usada para verificar, de forma simples, a densidade de líquidos. A circulação da salmoura na área de evaporação é realizada por estações de bombeamento interligadas e pela gravidade.

Figura 4 - Evaporadores.



Fonte: (SOUTO, 2018).

As águas captadas permanecem nos evaporadores (Figura 4) até alcançar a concentração adequada de sal, que é de aproximadamente 25 a 26 ° Be (equivale a aproximadamente 255-268 g/L de sal), a partir desse momento a água é transferida para os cristalizadores. A área de cristalização é subdividida em vários cristalizadores. Nesse ponto ocorre a cristalização do

cloreto de sódio (NaCl) e a salmoura ao atingir a densidade de 29 ° Be (água mãe) é descartada para o mar.

Posterior a precipitação do sal e durante o período de colheita, os cristalizadores são drenados e o sal é colhido por máquinas colhedeiras e transportado para o sistema de lavagem (Figura 5).

Figura 5 - Primeira lavagem.



Fonte: (SOUTO, 2018).

Essa etapa consiste na lavagem do sal bruto e geralmente acontece uma segunda lavagem, como apresenta a Figura 6, para garantir uma melhor qualidade do produto.

Figura 6 - Segunda lavagem.



Fonte: (SOUTO, 2018).

Após ser lavado, o sal é transportado por esteiras até a empilhadeira onde fica empilhado ao ar livre, como é apresentado nas Figuras 7 e 8. Essa exposição do sal é realizada com o objetivo de perder umidade e diminuir os teores de cálcio e magnésio que ainda estão presentes, esse procedimento é chamado de cura.

Figura 7 - Esteiras.



Fonte: (SOUTO, 2018).

Figura 8 - Sal empilhado.



Fonte: (SOUTO, 2018).

Em seguida, o sal atinge a umidade apropriada para ser vendido e levado para as refinarias.

4.3.2 Beneficiamento do Sal

Após a colheita, o sal grosso a granel (*in natura*) produzido nas salinas, depois da lavagem e seleção é transportado em caminhões até a refinaria para ser beneficiado. Já na refinaria, a matéria-prima é acondicionada em um local específico.

Ao chegar à unidade de beneficiamento o primeiro passo é o processo de moagem onde o sal terá sua granulometria reduzida. Inicialmente o sal é despejado num funil de alimentação através de uma pá mecânica, de onde, sobe por um elevador de canecas para o moinho, conforme mostrado na Figura 9.

Figura 9 - Moinho de bolas.



Fonte: Autoria própria (2019).

Após a etapa de moagem, o sal apresenta uma composição de aproximadamente 10 % granulado, 20 % pó e 70% refinado, e também possui uma umidade entre 2 a 3 % de água, sendo então, levado para um secador de leito fluidizado e ciclones (Figura 10). Esse secador reduzirá o valor da umidade para aproximadamente 0,1 %.

Figura 10 - Secador de leito fluidizado e ciclone.



Fonte: Autoria própria (2019).

O mecanismo de funcionamento do secador se dar por meio de ar quente proveniente da fornalha que queima a gás natural (estação própria localizada na refinaria), o qual possui inicialmente uma pressão de 15 Kgf/cm², sendo indispensável à assistência de válvulas de estrangulamento para a redução da pressão para 2,7 Kgf/cm². A temperatura no interior do secador atinge 300 °C, possibilitando a torra do sal. Nas Figuras 11A e 11B apresentam a fornalha utilizada no processo e as válvulas solenoide empregadas no controle da pressão, respectivamente. No final do equipamento, circula uma corrente de ar frio, a partir de um ventilador, que permite a troca de calor por convecção forçada, gerando um sal de saída com temperatura de 60 °C.

Figura 11 - Fornalha e válvulas de controle da pressão.



(A)



(B)

Fonte: Autoria própria (2019).

Em seguida o sal proveniente do secador cai em uma peneira vibratória com abertura de 0,84 mm e tela de nº 20 (Figura 12). A porção que passa da peneira é correspondente ao sal refinado e a parte retida passará novamente pelo processo diminuindo assim a perda de produção possível.

Figura 12 - Peneira vibratória.



Fonte: Autoria própria (2019).

Após esse processo e antes da embalagem, o produto ainda pode receber ou não a adição de aditivos como: iodo e ferrocianeto de sódio. Vai depender da finalidade do produto. Essa adição é controlada por rotâmetro (*flowmeter*) como pode ser vista na Figura 13, e por um rigoroso controle de qualidade realizadas no laboratório da empresa.

Figura 13 - Rotômetros (Flowmeter) – Controladores de Vazão.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 14 - Área de diluição e preparo dos aditivos.



Fonte: Autoria própria (2019).

Por fim, de modo a atender as especificações de granulometria, o pó ainda contido no sal refinado (da etapa da moagem) é retirado da respectiva corrente após passar pelas mangueiras das empacotadeiras sendo sugado através de um exaustor. O pó mais úmido é reaproveitado e vendido como sal micronizado e o mais leve é liberado pela chaminé. Dependendo da granulometria o sal segue para uma empacotadeira diferente, sendo enfardado e despachado para seu destino final. As Figuras 15A, 15B e 15C demonstram as empacotadoras de sal de mesa, churrasco e industrial, e a Figura 16 apresenta a enfardadeira.

Figura 15 - Empacotadeiras de sal.



(A)



(B)



(C)

(A)Empacotadeira de sal de mesa; (B) Empacotadeira de sal de churrasco; (C) Empacotadeira de sal industrial.

Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 16 - Enfardadeira.



Fonte: Autoria própria (2019).

5 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas durante o estágio foram realizadas no setor do controle de qualidade no laboratório da empresa REFIMOSAL.

Os produtos para o consumo humano passam por uma série de análises físico-químicas até que estejam adequados para o mercado consumidor. Esse controle de qualidade é de fundamental importância para saber se o sal que está sendo comercializado segue as normatizações da ANVISA, que estabelece as quantidades permitidas dos aditivos usados no processo de fabricação, sem que afetem a saúde humana ou animal.

As análises além de estabelecer o cloreto de sódio (BS)/(BU), inclui a determinação de umidade, cálcio, magnésio, sulfato e resíduos insolúveis. Posteriormente, serão apresentadas análises químicas e físicas do sal da REFIMOSAL.

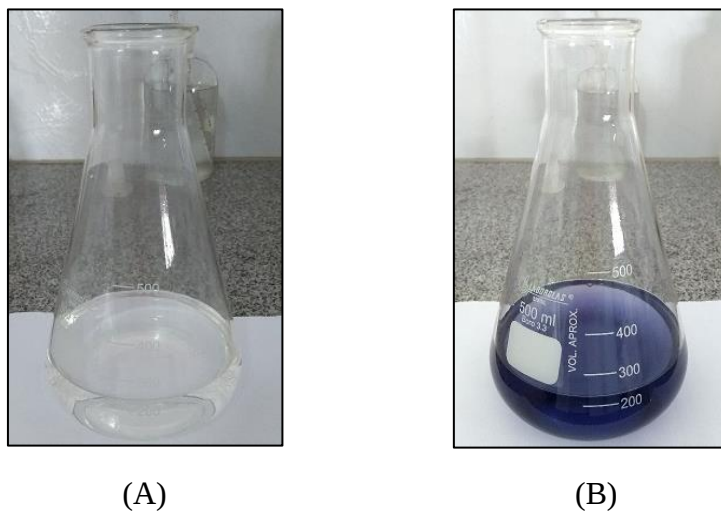
5.1 ANÁLISES QUÍMICAS

5.1.1. Iodo

A solução de iodo dá-se através de uma solução de iodato de potássio a 5%. O teste de iodo é realizado de acordo com as etapas abaixo:

1. Pesou-se 10 g da amostra e transfere para um Erlenmeyer de 500 mL;
2. Colocou-se 200 mL de água e dilui-se o sal sob agitação;
3. Acrescentou-se 5 mL da solução de Ácido Sulfúrico 1 M, 1mL da solução de Iodeto de Potássio a 10 % e 2 mL da solução de Amido a 1%;
4. Titulou-se com Tiossulfato de Sódio a 0,005 M sob agitação até atingir o ponto de viragem (passa de um roxo para transparente);
5. Anotou-se o volume gasto na titulação (V_{Ti}). Converte-se os milímetros de Tiossulfato de Sódio gastos em miligramas de iodo por quilo de sal. As Figuras 17A e 17B mostra a determinação do iodo.

Figura 17 - Determinação do Iodo.



(A) Adição de Ácido Sulfúrico na solução salina; (B) Adição de Iodeto de Potássio e Amido.

Fonte: Autoria própria (2019).

Após esse procedimento pode-se calcular o percentual de iodo na amostra. A relação entre o volume de tiossulfato de sódio a 0,05 M gasto na titulação e a massa de iodo presente na solução é de 105,8. Deste modo a quantidade de iodo existente na amostra de sal pode ser determinado de acordo com a Equação 1.

$$m = V_{Ti} * f * \frac{105,8}{P} = \text{mg de } \frac{KIO_3}{\text{kg de sal}} \quad (1)$$

Onde:

V_{Ti} = volume gasto de tiosulfato na titulação em mL;

f = fator de correção do tiosulfato a 0,005 M = 1;

P = nº de gramas da amostra utilizada na titulação = 10 g.

O volume de tiosulfato gasto na titulação foi de 2,0 mL. Podemos então simplificar a Equação 1 da seguinte maneira:

$$m = V_{Ti} * 10,58 = 2,0 * 10,58 = 21,16 \text{ mg de } \frac{KIO_3}{\text{Kg de sal}}$$

O valor de 21,16 mg de iodo de potássio por Kg de sal mostra-se dentro dos padrões determinadas pela ANVISA resolução RDC nº 23, de 24 de abril de 2013 (BRASIL, 2013), que deve estar no intervalo de 15 a 45 mg/Kg de sal. Essa análise de iodo é controlada diariamente (Figura 34 nos anexos).

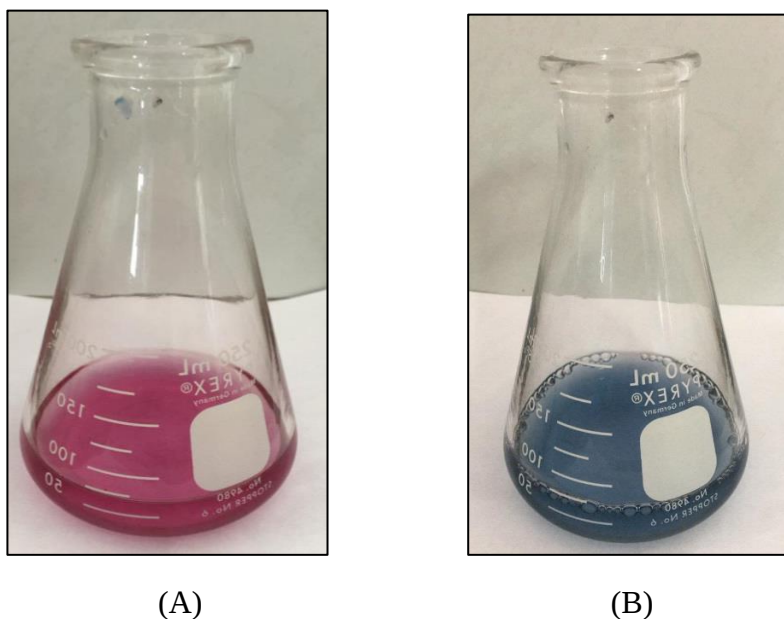
5.1.2. Cálcio

Os teores de cálcio nas formas de cloreto e sulfato são uma das análises mais importante na hora de determinar a qualidade do produto. Quanto menor esses teores, mais puro será o sal. A obtenção do teor de cálcio na amostra é mostrada nos seguintes passos:

1. Pesou-se 25 g da amostra e dissolveu-se com água destilada em um agitador magnético;
2. Em seguida, transferiu-se 10 mL da solução acima para um Erlenmeyer de 250 mL;

3. Juntou-se com 25 mL de água destilada e 5 mL da solução de Hidróxido de Sódio a 20 %;
4. Adicionou-se pequenas quantidades do indicador ácido Calcon Carboxílico, até obter coloração rosa;
5. Titulou-se com EDTA 0,01 M até viragem para a cor azul. Anotou-se o volume gasto. As Figuras 18A e 18B mostram a determinação do cálcio.

Figura 18 - Determinação do Cálcio.



(A) Amostra com Hidróxido de Sódio e indicador Ácido Carboxílico junto a solução salina; (B) Produto após a titulação com EDTA 0,01 M.

Fonte: Autoria própria (2019).

A Equação 2 mostra o cálculo efetuado para obtenção da porcentagem de cálcio na amostra, com um volume de EDTA (V_{EDTA}) gasto de 0,7 mL.

$$\%Ca^{2+} = V_{EDTA} * 0,04008 = \% \text{ cálcio por } 100g \text{ de sal} \quad (2)$$

$$\%Ca^{2+} = 0,7 * 0,04008 = 0,028 \% \frac{Ca^{2+}}{100 g \text{ de sal}}$$

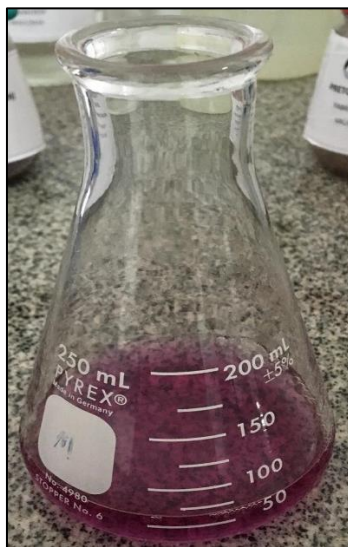
A ANVISA estabelece, para esse tipo de análise, o limite máximo de até 0,070 % de Ca^{2+} / 100 g de sal. O valor de 0,028 % está dentro dos padrões.

5.1.3. Magnésio

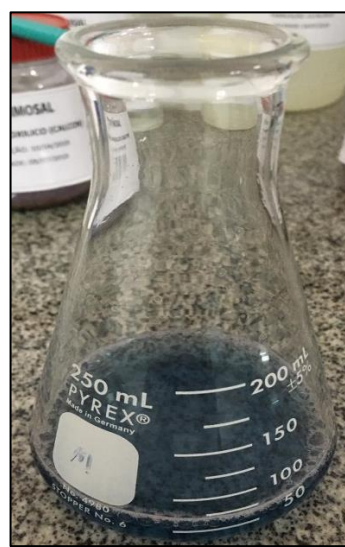
Da mesma maneira que o cálcio, os teores de magnésio no sal são essenciais para determinar a pureza do mesmo. O magnésio também pode ser encontrado sob forma de cloretos e sulfatos. Nesse sentido, o teor de magnésio presente na amostra pode ser obtido através das seguintes etapas:

1. Pesou-se 25 g de amostra de sal e dissolveu-se com água destilada;
2. Transferiu-se 10 mL da solução acima para um Erlenmeyer de 250 mL;
3. Juntou-se 25 mL de água destilada e 10 mL da solução tampão de Hidróxido de Amônia 0,01 M com pH = 10;
4. Adicionou-se pequenas quantidades de indicador Negro de Eriocromo T até obter coloração rosa;
5. Titulou-se com EDTA 0,01 M até viragem do indicador rosa para azul. Anotou-se volume gasto. As figuras 19A e 19B representam a determinação do magnésio.

Figura 19 - Determinação do Magnésio.



(A)



(B)

(A) Amostra com Hidróxido de Amônia e indicador Negro de Eriocromo T junto a solução salina; (B) Amostra após a titulação com EDTA 0,001 M.

Fonte: Autoria própria (2019).

A equação 3 mostra o cálculo realizado para obtenção da porcentagem de magnésio.

$$\%Mg^{2+} = (V_{Mg^{+2}} - V_{Ca^{+2}}) * 0,02432 = \% \text{ de magnésio por } 100 \text{ g de sal} \quad (3)$$

O volume do titulante EDTA gastos para anular totalmente o magnésio presente na amostra foi de 1,4 mL, a partir disso temos:

$$\%Mg^{2+} = (1,4 - 0,7) * 0,02432 = 0,017\% \text{ de magnésio por } 100 \text{ g de sal}$$

O teor de magnésio por 100 g de sal encontrado foi de 0,017 % e está de acordo com as conformidades estabelecidas pela ANVISA, que para este tipo de análise pode conter até 0,050 % Mg^{2+} /100 g de sal.

5.1.4. Sulfatos

O percentual teor de sulfato existente na amostra vai depender das quantidades de cálcio e magnésio encontrados na mesma. Dessa forma, o percentual de sulfato pode ser calculado como mostra a Equação 4:

$$\% \text{ Sulfato} = \left(\frac{\%Ca}{100g \text{ de sal}} * 2,4 \right) + \left(\frac{\%Mg}{100g \text{ de sal}} * 1,4 \right) \quad (4)$$

$$\% \text{ Sulfato} = (0,028 * 2,4) + (0,017 * 1,4)$$

$$\% \text{ Sulfato} = 0,096\% \text{ de sulfatos por } 100 \text{ g de sal}$$

Os valores 2,4 e 1,4 são fatores de correção encontrados para as soluções. Observa-se que o valor de 0,096 % de sulfatos para cada 100 g de sal está dentro dos padrões estabelecidos pela ANVISA para o sal de consumo humano, que para esse tipo de análise deve estar no intervalo de 0,04 a 0,210 %/100 g de sal.

5.1.5. Ferrocianeto de Sódio

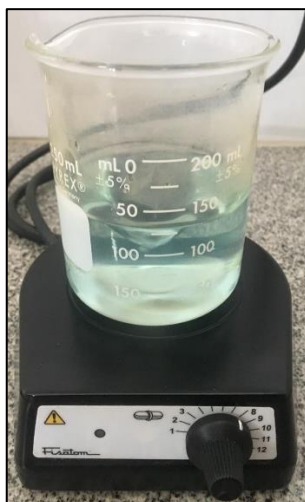
Além do iodo outro aditivo que é utilizado no sal é o ferrocianeto de sódio que funciona como antiulectantes. Essas substâncias podem reduzir a capacidade higroscópicas dos alimentos, ou seja, eles agem reduzindo a capacidade dos alimentos de absorverem água, mas fazem isso sem se tornarem fisicamente úmidas. É importante também ressaltar que os antiulectantes funcionam como anti-aglomerantes evitando que as partículas se agrupem quando entrarem em contato com a água.

O método utilizado para determinação da concentração de ferrocianeto numa solução salina é a fotolorimetria. Usa-se como “branco” uma solução de NaCl a 20 %.

As etapas para determinação da concentração de ferrocianeto de sódio presente no sal são as seguintes:

1. Pesou-se 20 g NaCl PA e dilui-se com 80mL de água destilada;
2. Colocou-se sob agitação magnética por 5 minutos;
3. Transferiu-se a solução para um balão volumétrico de 100 mL e adicionou-se 5 mL de solução indicadora sulfato ferroso. Aguardou-se até que a solução mudasse de coloração (incolor para verde);
4. Caso a solução apresentasse coloração amarela o ferrocianeto não estaria presente na solução. A determinação do percentual de ferrocianeto de sódio está mostrada nas Figuras 20 e 21.

Figura 20 - Solução salina com Adição de Solução de Sulfato Ferroso.



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 21 - Leitura da Absorbância em Fotocolorímetro Analyser.



Fonte: Autoria própria (2019).

Fez-se a medida da absorbância da solução com ferrocianeto de sódio e calculou-se sua concentração, em ppm, de acordo com a Equação 5. A absorbância obtida da solução de ferrocianeto de sódio foi de 0,030.

$$[Na_4Fe(CN)_6] = \frac{Absorbância_{[Na_4Fe(CN)_6]}}{0,005} = \text{ppm de ferrocianeto por Kg de sal} \quad (5)$$

$$[Na_4Fe(CN)_6] = \frac{0,030}{0,005} = 6,0 \text{ ppm de ferrocianeto por Kg de sal}$$

O teor de ferrocianeto de sódio está de acordo com as conformidades estabelecidas pela ANVISA, pois o valor encontrado foi de 6,0 ppm e que para este tipo de análise pode conter até 20 ppm de ferrocianeto por Kg de sal.

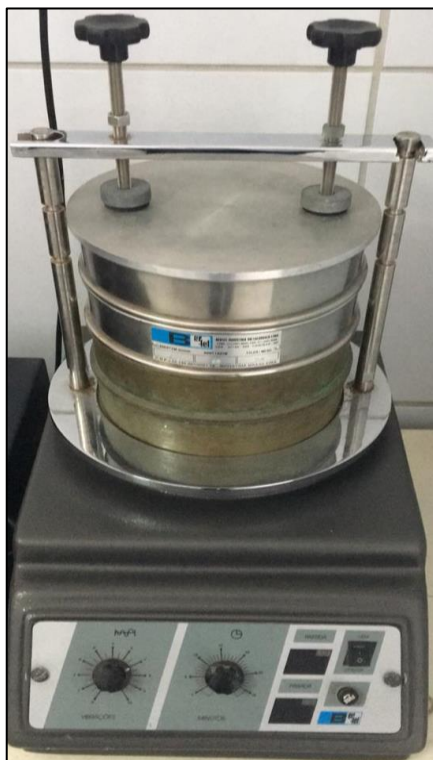
5.2 ANÁLISES FÍSICAS

5.2.1. Granulometria

De acordo com Souto (2018), o tamanho do grão após o processo de moagem, é o que define o tipo de sal. A granulometria é uma das análises físicas do sal que tem como objetivo definir os grãos, bem como a porcentagem em peso que cada fração possui em relação a massa total da amostra em análise.

As análises são realizadas no laboratório em peneiras de aço que variam o diâmetro dos furos da malha de acordo com o número de Meshs que têm como finalidade a quantificação de furos que a peneira possui a cada polegada. A Figura 22 mostra o equipamento utilizado para determinação da granulometria do sal da empresa.

Figura 22 - Agitador de Peneiras.



Fonte: Autoria Própria (2019).

5.2.2 Resíduos Insolúveis

A determinação de resíduos insolúveis é uma análise de grande importância, pois ela que determina o teor de impurezas totais, como partículas de areia entre outros fragmentos que não tenham sido removidos totalmente.

Para determinar o teor de resíduos insolúveis os seguintes passos são mostrados:

1. Colocou-se um papel filtro de 12,5 cm de diâmetros na estufa 120 °C por 1 hora;
2. Em seguida colocou-se o papel no dessecador a vácuo por 10 min. Pesou-se o papel para obter seu peso seco (Ps);
3. Pesou-se 50 g da amostra e dissolveu-se, por agitação magnética (20 min), em 200 mL de água destilada;

4. O papel filtro seco é colocado em um funil de buchner (Figura 23A) acoplado a um kitassato e em seguida é realizada uma filtração da solução de sal, com auxílio de um motor hidráulico (Figura 23B);
5. Por fim, tira-se o papel filtrante e coloca na estufa por 1h. Pesa-se esse papel com peso da amostra, Pa.

Figura 23 - Determinação dos Resíduos Insolúveis.



(A)



(B)

(A) Funil de Buchner acoplado a um kitassato; (B) Sistema de Filtração.

Fonte: Autoria própria (2019).

A porcentagem de resíduos insolúveis pode então ser calculada da seguinte forma:

$$\%RI = \frac{Pa - Ps}{m} * 100 \quad (6)$$

Onde:

Pa (Peso do papel úmido) = 2,1033 g.

Ps (Peso do papel seco) = 2,0601 g.

m (Peso da amostra) = 50,0003 g.

O teor de RI encontrado foi de 0,086 % de resíduos insolúveis e está de acordo com as conformidades estabelecidas pela ANVISA, que para este tipo de análise pode conter até 0,1 %.

5.2.3 Umidade

Um indicador importante de pureza do sal é a umidade, pois o produto tem em sua composição sais higroscópicos de cálcio e magnésio. Para esse procedimento é utilizada uma balança de umidade.

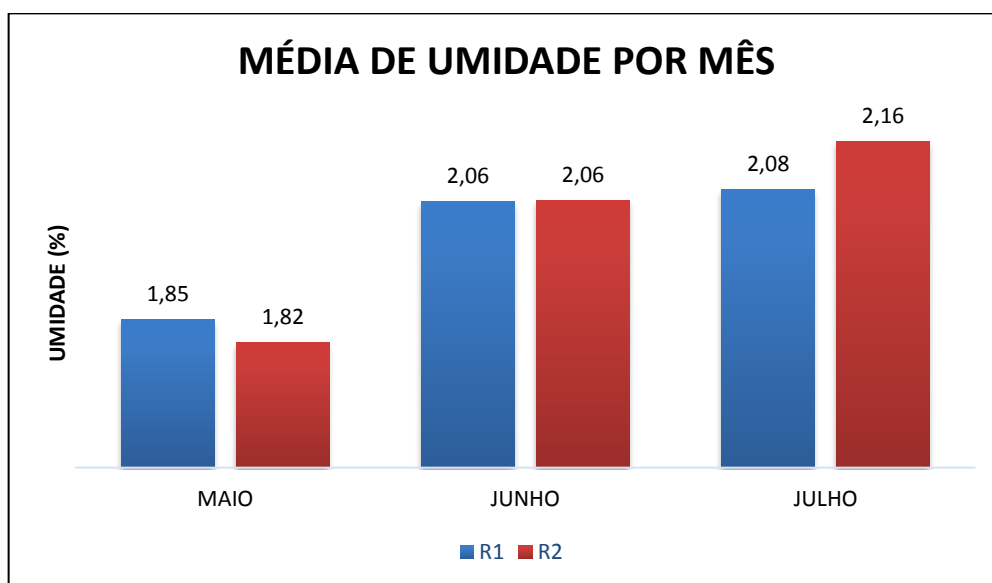
O procedimento é simples, a balança é pré-aquecida até temperatura de 150 °C e em seguida é colocada 10g da amostra de sal para remoção de qualquer umidade existente nele. O resultado é mostrado na tela do equipamento após 9 minutos (Figura 24).

Figura 24 - Balança determinadora de umidade.



Fonte: Autoria própria (2019).

A partir das análises de umidade durante os meses de maio, junho e julho, obteve-se a média de umidade das refinarias 1 e 2, os valores altos de umidade se dão por causa dos períodos chuvosos como mostra a Figura 25.

Figura 25 - Média das umidades

Fonte: Autoria própria (2019).

Todas as especificações da ANVISA para todos os tipos de sal estão disponíveis no final deste relatório (ANEXOS).

5.3 ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES

Foram coletados os dados do registro de não conformidades da empresa REFIMOSAL (Refinação e Moagem de Sal Santa Helena Ltda) no período de um ano (07/18 a 07/19), assim como a classificação das origens dos defeitos, para tornar-se de conhecimento de todos a real situação da empresa quanto ao assunto abordado.

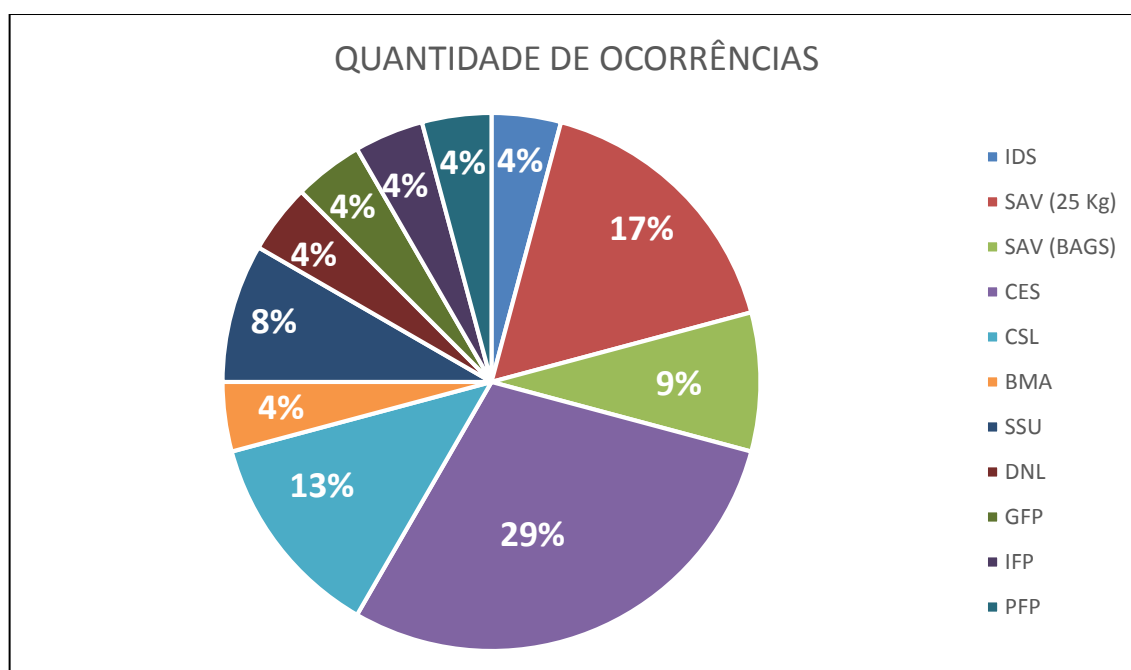
Na Tabela 3 apresenta a quantidade e o nome da ocorrência de não conformidades referentes a cada item observado no produto.

Tabela 3 - Quantidade e Ocorrência de não conformidades.

QUANTIDADE	OCORRÊNCIA	NOMES
1	IDS	INCLINAÇÃO DA SACARIA
4	SAV (25 Kg)	SACARIA AVARIADA
2	SAV (BAGS)	SACARIA AVARIADA
7	CES	CORPO ESTRANHO
3	CSL	CARGA SEM LAUDO
1	BMA	BAG MLA ACODICIONADO
2	SSU	SACARIAS SUJAS
1	DNL	DIVERGÊNCIA NO N° DO LOTE
1	GFP	GRANULOMETRIA FORA DO PADRÃO
1	IFP	IODO FORA DO PADRÃO
1	PFP	PALETIZAÇÃO FORA DO PADRÃO

Fonte: Autoria própria (2019).

Com as análises realizadas a partir dos dados da tabela acima, foi possível construir o gráfico apresentado na Figura 26, onde observou-se que o maior percentual encontrado foi no modo de falha CES que foi de 29%, no qual, é proveniente do processo, da má limpeza dos equipamentos, dos pallets defeituosos que são empregados para o armazenamento do produto e do não treinamento dos funcionários em relação a gestão de qualidade para com a inspeção dos processos e produtos da organização privada.

Figura 26 - Gráfico com os resultados obtidos com o número de não conformidades.

Fonte: Autoria Própria (2019).

É importante ressaltar que houve outras não conformidades com valores expressivos e que devem ser levados em consideração pela gestão da empresa, pode ser citada a SAV (25 kg) que apresentou porcentagem de 17%, esse dado é consequente das mesmas causas que ocasionaram o modo de falha CES.

5.4 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA E PROPOSTAS DE MELHORIA

Por meio da coleta de dados realizada durante o estágio foi possível reconhecer os modos de falhas pertinentes aos produtos comuns à empresa pertencente à indústria salina, bem como as falhas que devem ser priorizadas no processo devido ao seu NPR (Número de Prioridade de Risco).

A construção da tabela FMEA (Análise dos Modos e Efeitos de Falhas), foi feita colocando os dados em coluna que começam com os modos de falhas potenciais, seguido dos efeitos potenciais de falhas, depois desse é apresentado o nível de severidade desses efeitos (S), adiante é mostrada as causas potenciais da falha, bem como os níveis de ocorrência (O) e detecção (D) destas. A partir deste momento é calculado o número de prioridade de riscos (NPR) por meio da multiplicação dos níveis apresentados acima. Por fim, na última coluna são apresentadas as ações de melhorias sugeridas para minimizar as falhas encontradas nos produtos da empresa. Essas informações podem ser encontradas na tabela 4, abaixo:

Tabela 4 - Aplicação do Método FMEA no produto da empresa REFIMOSAL.

MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITO(S) POTENCIAL(IS) DE FALHA(S)	S	CAUSA (S) POTENCIAL DA FALHA	O	D	NPR	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA
SAV (25 Kg)	DANOS AS SACRAIAS	7	MÁ QUALIDADE DOS PALLETS	4	4	112	MELHORAR A QUALIDADE DOS PALLETS
		2	DEFICIÊNCIA NA ETAPA DE PESAGEM	1	2	4	MELHORAR A QUALIDADE DOS PALLETS
		7	AUSÊNCIA DE CHAPA DE PAPELÃO NA BASE DO PALLET E	4	4	112	MONITORAMENTO MAIS EFETIVO NA ALIMENTAÇÃO DAS REFINARIAS
		3	RASGOS NAS SOLDAS DAS EMBALAGENS	2	3	18	AVALIAR AS CONDIÇÕES DAS SOLDAS DAS EMBALAGENS E CERTIFICAR SE AS MESMAS ESTÃO DENTRO DAS CONFORMIDADES; INSPEÇÃO DO PRODUTO PELO FUNCIONÁRIO.
		2	REMONTE DOS PALLETS	1	2	4	REALIZAR O CARREGAMENTO SEM O REMONTE
SAV (BAGS)	DANOS AS SACRAIAS	4	MÁ QUALIDADE DOS BAGS	2	4	32	UTILIZAR BAGS EM PERFEITO ESTADO DE USO
		4	CAMINHÃO SEM PROTEÇÃO	4	2	32	REALIZAR O ISOLAMENTO DAS GRADES E UTILIZAÇÃO DA FORRAÇÃO.
CES	APARIÇÃO DE CORPOS ESTRANHOS NO PRODUTO FINAL	7	PALLETS DEFEITUOSOS	4	4	112	MELHORAR A QUALIDADE DOS PALLETS
		1	NÃO EXISTE PENEIRAS SELETIVAS	1	1	1	IMPLEMENTAR SOLUÇÕES TÉCNICAS QUE VENHAM PROPORCIONAR DE FORMA EFICIENTE TODAS AS ESPECIFICAÇÕES GRANULOMETRICAS EXIGIDOS PELO CLIENTE;
		8	NÃO INSPEÇÃO DO FUNCIONÁRIO	9	5	360	TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIO OU CONTRATAR FUNCIONÁRIOS ESPECIFICOS PARA A ÁREA
		3	DETECÇÃO NA ALIMENTAÇÃO DO MOINHO	1	1	3	ITENSIFICAR O MONITORAMENTO NA ETAPA DE ALIMENTAÇÃO DO MOINHO.
		3	DETECÇÃO NO MOMENTO DE INVASE	1	1	3	ITENSIFICAR O MONITORAMENTO NA ETAPA DE ALIMENTAÇÃO DO ENVASE.
		5	LIMPEZA INEFICAZ	3	4	60	REALIZAR A LIMPEZA DESCARTANDO O PRODUTO INICIAL ATÉ QUE O MESMO ATINJA O PADRÃO DESEJADO (LIMPEZA DE LINHA).

CSL	FALTA DE COMPROVAÇÃO DA ENTREGA	3	EXTRAVALIAÇÃO DO LAUDO	2	7	42	ENVIAR O LAUDO POR EMAIL
BMA	MÁ QUALIDADE DO PRODUTO	7	MOVIMENTO BRUSCO DO CAMINHÃO	2	2	28	ANALISAR A POSSIBILIDADE DE PRENDER OS BAGS; CONSCIENTIZAR OS MOTORISTAS DE ENTREGAR A CARGA EM BOM ESTADO.
SSU	CONTAMINAÇÃO DO PRODUTO	8	MAL ISOLAMENTO DOS CAMINHÕES	2	4	64	REALIZAR O ISOLAMENTO DAS GRADES E DAS CORRENTES COM SACOS PLÁSTICOS, FORRAÇÃO E ENVELOPAMENTO DA CARGA COM LONA PLÁSTICA.
DNL	INVIABILIZAÇÃO DE ENTREGAR O PRODUTO FINAL	7	FALTA DE COMUNICAÇÃO	3	8	168	ENVIAR CARGA COM UM ÚNICO LOTE; ENVIAR LOTES COM VALIDADES MAIS LONGOS. TREINAR OS FUNCIONÁRIOS E TER PROGRAMAS QUE FACILITEM O FLUXO DE INFORMAÇÃO DENTRO DA EMPRESA.
GFP	FORA DA ESPECIFICAÇÃO DO CLIENTE	2	FALTA DE UM PADRÃO ESPECÍFICO DA PENEIRA PELA ANVISA	1	1	2	IMPLEMENTAR SOLUÇÕES TÉCNICAS QUE VENHAM PROPORCIONAR DE FORMA EFICIENTE TODAS AS ESPECIFICAÇÕES GRANULOMÉTRICAS EXIGIDAS PELO CLIENTE;

IFP	PROBLEMAS DE SAÚDE NOS CONSUMIDORES	7	PERÍODOS CHUVOSOS	5	2	70	MONITORAMENTO MAIS EFETIVO NA ALIMENTAÇÃO DAS REFINARIAS.
PFP	DANOS AS SACRAIAS	6	POUCO FILME STRECH	2	2	24	IMPLANTAR NA BASE DO PALLET A CHAPA DE PAPELÃO, MELHORAMENTO NA ARRUMAÇÃO E APLICAÇÃO DO FILME STRECH
		7	FALTA DE PAPELÃO NO PALLET	4	4	112	MONITORAMENTO MAIS EFETIVO NA ALIMENTAÇÃO DAS REFINARIAS

Fonte: Adaptado de STAMATIS (2003).

A tabela 4 indica os principais perfis de falhas ocorridas no beneficiamento do sal da empresa estudada, essas falhas estão relacionadas com a qualidade do produto final. A aplicação da ferramenta FMEA se deu visando analisar as não conformidades na qualidade do sal para com que a aplicação da ferramenta fosse possível saber quais as áreas, setores ou atividades que oferecem mais riscos.

Com o cálculo feito na tabela do FMEA identificou-se que o modo de falha com maior NPR foi a aparição de corpos estranhos no produto final, apresentando um valor de 360, isto pode ser consequência da falta de treinamento com os funcionários em relação a não inspeção dos processos e produtos. Portanto, foi sugerido uma ação corretiva para minimizar as causas que levam a esse modo de falha ocorrer. Esta ação é representada pela sugestão de se realizar treinamentos com os membros da empresa, os capacitando para inspecionar a produção para que o sal não apresente falhas quando estiver finalizado e exigir a qualidade dos fornecedores à organização privada.

Além do NPR, analisar qual é o maior índice de severidade também é de fundamental importância, pois caso este modo de falha aconteça é o que tem maior impacto sobre o produto final. Dessa forma, na tabela 4, pág.48, é apresentado os dois maiores níveis de severidade que foram encontrados nos modos de falhas de: sacarias sujas e corpos estranhos no produto. As causas com essas severidades elevadas são respectivamente o mal isolamento dos caminhões e como foi citado anteriormente surge a falta de inspeção por parte dos funcionários, bem como a sugestão de melhoria descrita para esta última causa, tem-se a indicação de se realizar o isolamento das grades e das correntes com sacos plásticos, forração e envelopamento da carga com lona plástica ou papelão.

Pode-se perceber também que a causa que tem a maior probabilidade de ocorrência é a falta de inspeção por parte dos funcionários, mais uma vez, mostrando-se que é a causa mais problemática do estudo, com isso necessita de máxima atenção para que seja resolvido de forma rápida e eficiente.

Por fim, tem-se a causa de maior índice de detecção que é a inviabilização de entrega do produto por conta da deficiência da comunicação e repasse de informação dentro da empresa. Então, é sugerido como melhoria treinar os funcionários e ter programas que facilitem o fluxo de informação dentro da empresa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estágio na área do beneficiamento do sal, foi possível obter uma série de conhecimentos práticos de acordo com os conteúdos transmitidos durante a graduação de Engenharia Química, bem como aplica-los, dentre os quais podem ser citadas as disciplinas de Operações Unitárias I e II.

Analizando o impacto do consumo de sal sobre a saúde pública, foi possível constatar que é extremamente importante as análises físico-químicas do produto, pois são elas que garantem a qualidade dos produtos ofertados pela empresa para a população e cada produto tem que atender as especificações da ANVISA. Para isso, é necessário análises criteriosas e diárias.

Durante o estágio, foi feito uma análise dos registros de não conformidades da empresa no período de um ano e constatou-se que a mesma não utilizava ferramentas de controle aplicado à qualidade com o intuito de identificar as causas e corrigir os erros. Os elevados índices de devoluções provavelmente advinham de falhas no setor de desenvolvimento do produto e com a aplicação dessas ferramentas essas devoluções poderiam ser minimizadas. Partindo disso, foi aplicado a FMEA e confirmou-se que os níveis de detecção de falhas foram altos, isso significa que normalmente as falhas são encontradas durante ou depois da entrega.

Por fim, a experiência vivenciada no decorrer do estágio na REFIMOSAL serviu para alinhar a prática com a teoria. Através do cotidiano com os funcionários percebeu-se a importância das relações interpessoais, do cumprimento das atividades e da responsabilidade que têm com a qualidade dos produtos, além de possibilitar o entendimento de uma empresa com seus diversos setores de produção, contribuindo na formação acadêmica, social e profissional da Engenharia Química.

6.1 SUJESTÕES DE MELHORIAS PARA A EMPRESA

Durante o estágio, foi observado que a empresa necessita de uma análise mais rigorosa do produto para diminuir as não conformidades e insatisfação dos clientes, com isso é proposto que:

- Tenha a implementação de inspeção em todos os setores da refinaria;
- Criação de uma equipe da Qualidade com cada responsável de um setor da empresa;
- Treinamento para os funcionários semanalmente ou mensalmente;

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADITIVOS & INGREDIENTES. **O Sal e seus Substitutos**. Aditivos & Ingredientes. Disponível em: http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/246.pdf Acesso em: 03 ago. 2019.

ALCO. Universidade Federal de Santa Maria (Comp.). **Economia Salina**: Conheça os motivos do Rio Grande do Norte ser o produtor de 94% de todo sal consumido no país. 2016. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/arco/Digital/Noticia.php?Id_Noticia=195>. Acesso em: 01 ago. 2019.

ANDRADE, Deborah Cordeiro de. **Determinação das propriedades físico-químicas na obtenção e processamento de sal do tipo: peneirado, grosso, triturado, moído e extrafino**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN. Natal, RN, 2015.

ANDRADE, M. C. **O território do sal**: a exploração do sal marinho e a produção do espaço geográfico no Rio Grande do Norte. Mossoró. Coleção Mossoroense, vol. 848, 1995.

BRASIL. ANVISA. Decreto nº 75697, de 06 de maio de 1975. **Aprova padrões de identidade e qualidade para o sal destinado ao consumo**, Maio 1975.

BRASIL. RESOLUÇÃO DA-RDC Nº 23, DE 24 DE ABRIL DE 2013. **Dispõe sobre o teor de iodo no sal destinado ao consumo humano e dá outras providências**., Abril 2013. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/res0023_23_04_2013.html>. Acesso em: 04 ago. 2019.

CHEMELLO, Emiliano. A Química na Cozinha apresenta: O Sal. **Revista Eletrônica ZOOM da Editora Cia da Escola** – São Paulo, Ano 6, nº 3, 2005.

COSTA et al, D. F. S. Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no estado do Rio Grande do Norte (Brasil). **Soc. & Nat.**, Uberlândia, 25 (1), p. 21-34, 2012.

COISSORÓ, Narana. GANDHI, O ACTIVISTA DA PAZ. In: CONFERÊNCIA A PAZ E O PACIFISMO, 1., 2016, Lisboa. **Anais**. Lisboa: Academia das Ciências de Lisboa, 2017. p. 1 - 15. Disponível em: http://www.acad-ciencias.pt/document-uploads/1587728_narana-coissoro--gandhi.pdf. Acesso dia 04 ago. 2019.

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

DAMÁSIO, M. F. V. R. **Desenvolvimento da civilização e colonização do Brasil: A importância antropológica e cultura da salga como método natural de desidratação da carne**. 2009. 43 f. Dissertação (Mestrado em Gastronomia e Segurança Alimentar III) – Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; VASCONCELOS, Fábio Perdigão. NATURAL CONDITIONS FOR THE SEA SALT PRODUCTION IN BRAZIL. **Mercator**, [s.l.], v. 16, n.5, p.1-19, 15 maio 2017. Mercator - Revista de Geografia da UFC. <http://dx.doi.org/10.4215/em2017.e1613b>.

FUNARI, P. P. **Grécia e Roma**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2002. p. 13.

KURLANSKY, M. **Salt a world history**. Londres: Vintage Books, 2003. P. 17-21.

MELO, P. R. C.; CARVALHO, R.S.; PINTO, D. C. Rochas Minerais Industriais: Usos e Especificações. Parte 2. Brasília: CETEM, 2008.

NORSAL. **O SAL**. Disponível em: http://norsal.com.br/main.php?g_ct=sal. Acesso em: 02 ago. 2019.

PEREZ, B.C. 2001. **As Rochas e os Minerais Industriais como Elementos de Desenvolvimento Sustentável**. Série Rochas e Minerais Industriais, CETEM.

REFIMOSAL, 2018. Disponível em: < http://www.norsal.com.br/main.php?g_ct=sal >. Acesso em: 03 ago. 2019.

RIEGER, B. M. **Aspectos peculiares de salários e remuneração**. 2012. 109 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Direito) - Departamento de Direito Econômico e do Trabalho, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SALT INSTITUTE, Disponível em: <<http://www.saltinstitute.org/About-salt>>. Acessado em 03 ago. 2019.

SOUTO, Rejanne de Oliveira. **Análises das propriedades físico-químicas do sal refinado produzido pela Refimosal (Refinação e Moagem de Sal Santa Helena Ltda)**. Mossoró: Ufersa, 2018. 50 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Química. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2018. a história do Rio Grande do Norte. 2 ed. –Natal (RN): Sebo Vermelho, 2005.

STAMATIS, D. H. ***Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution***. ASQ Quality Press, 2003.

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. Quim. Nova, Vol. 30, No. 5, 13811386, 2007.

ANEXOS

Figura 27 - Fluxograma do processo do sal refinado, granulado e micronizado.

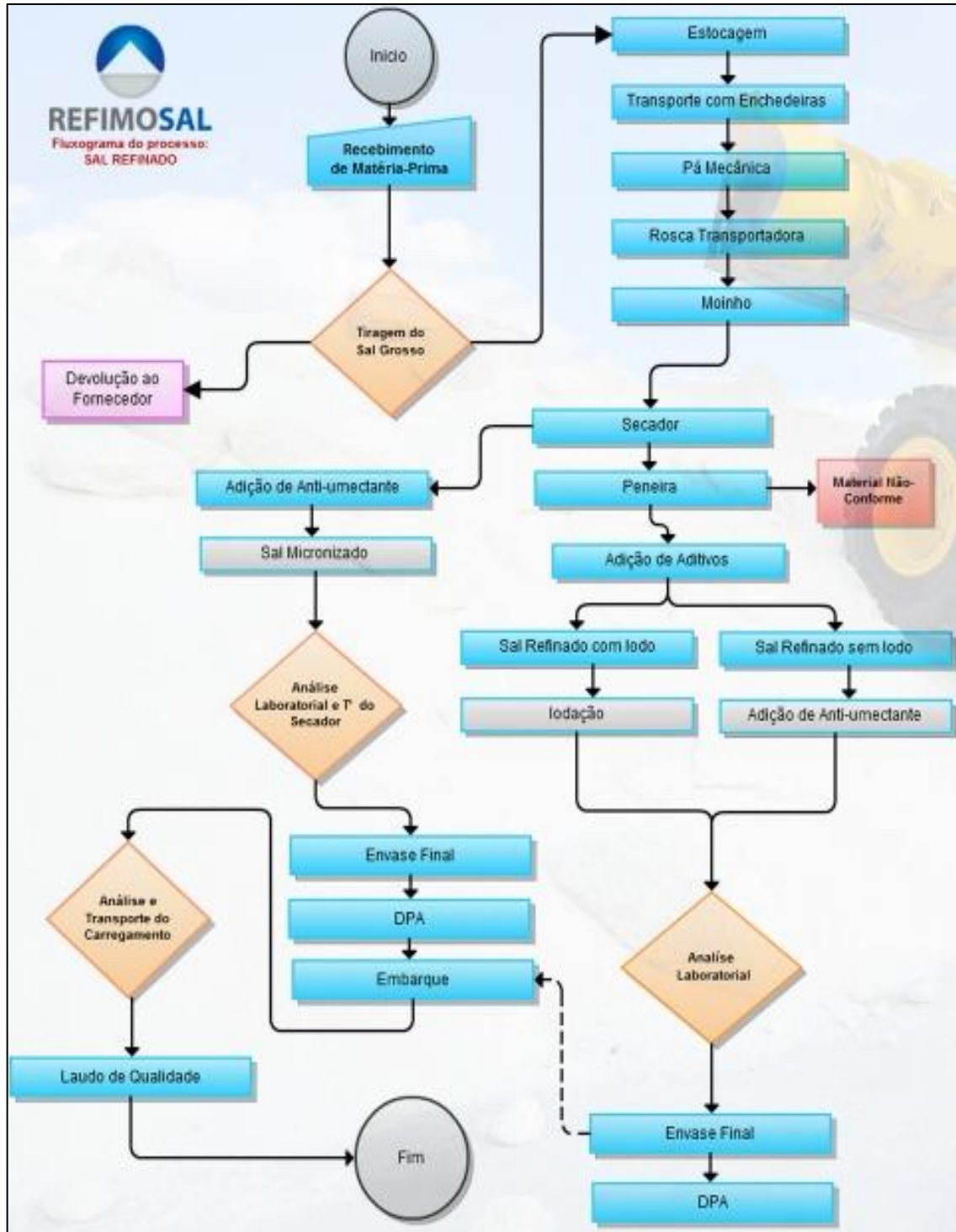


Figura 28 - Laudo para sal refinado industrial.

REFIMOSAL - REF. E MOAGEM DE SAL STA HELENA LTDA

 **REFIMOSAL** Certificado de Qualidade

Cliente: INDUSTRIA E COMERCIO DE SABAO GUARANI LTDA
 Produto: Cloreto de Sódio Refinado Industrial Não Iodado 1000 kg
 Data Fabricação: 02/08/2019 Data Validade: 02/08/2021
 Lote Geral: 08/19
 Nº Nota Fiscal: 43832
 Data Embarque: 05/08/2019
 Laudo Nº: 375/2019

COMP. QUIMICA - %		GRANULOMETRIA - %	
UMIDADE	0,100	ABNT - ISO	
PH (SOL. 10%)	7,00		
RI	0,017	12 (1,68mm)	0,00
CALCIO	0,040	18 (1,00mm)	0,00
MAGNESIO	0,015	20 (0,840mm)	2,35
SULFATO	0,117	30 (0,590mm)	6,46
NaCl (BS)	99,78	60 (0,250mm)	55,58
NaCl (BU)	99,67	140 (0,105mm)	23,61
CLORETO	60,55		
SÓDIO	39,23		
DUREZA(CaCO3)	1700 ppm		
IODO	Ausente		
FRC	5 ppm	FUNDO	12,00

Obs: O presente laudo se restringe à amostra tomada do lote embarcado


REFIMOSAL
 Assinatura Responsável de 1º Grau
 TÉCNICO DE LABORATÓRIO
 CRQ XV REGIÃO 15500048

São mostradas nas figuras a seguir as especificações para os produtos da REFIMOSAL:

Figura 29 - Especificações do Sal refinado com aditivo.

1.1 ANÁLISE QUÍMICA				2.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
COMPONENTES	UNIDADES	FAIXA TÍPICA		Peneiras		Percentagem Retida	
		MÍN.	MÁX.	ABNT	(mm)	MÍN.	MÁX.
Cloreto de Sódio (BS)	%	99,724	99,939	12	1,680	0,0	0,0
Umidade	%	0,050	0,150	18	1,000	0,0	2,0
Insolúveis	%	0,006	0,030	20	0,840	0,0	3,3
Cálcio	%	0,011	0,070	40	0,420	8,0	42,0
Magnésio	%	0,004	0,050	60	0,250	16,9	38,6
Sulfato	%	0,040	0,210	140	0,105	9,3	32,6
Iodo	Mg/kg			FUNDO	-	5,00	12,00
Metalóide	de sal	15,00	45,00	2.2 Peso espec.(g/cm ³)		1,188	1,240
Ferrocianeto de Sódio	p.p.m	5,00	8,00	2.3 Ponto de fusão (°C)			800,4
Carbonato de Sódio	p.p.m	0,00	0,00	2.4 Ponto de ebulição (°C)			1.413
1.2 Peso molecular			58,45	2.5 Capac. Calorífica-cal/kg mol			12,04
1.3 Solubilidade- água fria:			35,7%	2.6 pH – Solução aquosa (10%)			7-8
água quente:			39,8%	2.7 Índice / Refração – (%)			1,54
				2.8 Porosidade			0,56

Figura 30 - Especificações do sal refinado sem aditivo.

1.1 ANÁLISE QUÍMICA			
COMPONENTES	UNIDADES	FAIXA TÍPICA	
		MÍN.	MÁX.
Cloreto de Sódio (BS)	%	99,724	99,939
Umidade	%	0,050	0,150
Insolúveis	%	0,006	0,030
Cálcio	%	0,011	0,070
Magnésio	%	0,004	0,050
Sulfato	%	0,040	0,210
Iodo	Mg/kg		
Metalóide	de sal	Ausente	Ausente
Ferrocianeto de Sódio	p.p.m.	5,00	7,00
Carbonato de Sódio	p.p.m.	ausente	Ausente
1.2 Peso molecular			58,45
1.3 Solubilidade- água fria:			35,7%
água quente:			39,8%

2.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
Peneiras		Percentagem Retida	
ABNT	(mm)	MÍN.	MÁX.
12	1,680	0,0	0,0
18	1,000	0,0	2,0
20	0,840	0,0	3,3
40	0,420	8,0	42,0
60	0,250	16,9	38,6
140	0,105	9,3	32,6
FUNDO	-	5,00	12,00
2.2 Peso espec.(g/cm ³)		1,188	1,240
2.3 Ponto de fusão (°C)			800,4
2.4 Ponto de ebulição (°C)			1.413
2.5 Capac. Calorífica-cal/kg mol			12,04
2.6 pH – Solução aquosa (10%)			7-8
2.7 Índice / Refração – (%)			1,54
2.8 Porosidade			0,56

Figura 31 - Especificações do sal granulado industrializado.

1.1 ANÁLISE QUÍMICA				2.1 ANÁLISE GRANULOMETRICA			
COMPO- NENTES	UNIDADES	FAIXA TÍPICA		Peneiras		Percentagem Retida	
		MÍM.	MÁX.	ABNT	(mm)	MÍM.	MÁX.
Cloreto de sódio (BS)	%	99,724	99,939	4	4,76	0,0	0,0
Umidade	%	0,010	0,100	7	2,83	0,0	0,0
Insolúveis	%	0,006	0,030	8	2,38	0,0	2,0
Cálcio	%	0,011	0,070	10	2,00	8,0	52,2
Magnésio	%	0,004	0,050	12	1,68	6,0	17,0
Sulfato	%	0,033	0,210	18	1,00	38,0	49,0
Iodo	mg/kg			20	0,84	12,0	17,0
Metalóide	de sal	15,00	45,00	40	0,42	10,0	27,0
Ferrocianeto de sódio	p.p.m	5,00	10,00	60	0,25	0,0	4,0
Carbonato de sódio	p.p.m		0,00	FUNDO	-	0,0	0,0
1.2 Peso molecular			58,45	2.2 Peso espec.(g/cm³)		1,124	
1.3 Solubilidade – água fria			35,7%	2.3 Ponto de fusão (°C)		800,4	
água quente			39,8%	2.4 Ponto de ebulição (°C)		1.413	
				2.5 Capac. Calorífica-(cal/kg mol)		12,04	
				2.6 pH – Solução aquosa (10%)		7-8	
				2.7 Índice / refração - %		1,54	
				2.8 Porosidade		0,52	

Figura 32 - Especificações do sal grosso peneirado para churrasco.

1.1 ANÁLISE QUÍMICA			
COMPO- NENTES	UNI- DA- DES	FAIXA TÍPICA	
		MÍN.	MÁX.
Cloreto de Sódio (BS)	%	99,588	99,919
Umidade	%	0,500	2,500
Insolúveis	%	0,010	0,070
Cálcio	%	0,011	0,070
Magnésio	%	0,004	0,050
Sulfato	%	0,030	0,210
Iodo Metalóide	Mg/kg de sal	15,00	45,00
Ferrocianeto de Sódio	p.p.m.	5,00	10,00
Carbonato de Sódio	p.p.m.	Ausente	Ausente
1.2 Peso molecular			58,45
1.3 Solubilidade- água fria:			35,7%
água quente:			39,8%

2.1 ANÁLISE GRANULOMETRICA			
Peneiras		Percentagem Retida	
ABNT	(mm)	MÍN.	MÁX.
4	4,76	0,0	0,0
7	2,83	24,0	59,3
8	2,38	35,0	75,1
10	2,00	0,0	28,0
12	1,68	0,0	3,3
18	1,00	0,0	3,3
20	0,84	0,0	1,0
40	0,42	0,0	1,0
60	0,25	0,0	1,0
FUNDO	-	0,0	0,0
2.2 Peso espec.(g/cm³)			1,94
2.3 Ponto de fusão (°C)			800,4
2.4 Ponto de ebulição (°C)			1.413
2.5 Capac. Calorífica -(cal/kg mol)			12,04
2.6 pH – Solução aquosa (10%)			7-8
2.7 Índice / refração - %			1,54
2.8 Porosidade			0,50

Figura 33 - Especificações do sal moído para consumo animal e industrial.

1.1 ANÁLISE QUÍMICA			
COMPO- NENTES	UNI- DA- DES	FAIXA TÍPICA	
		MÍN.	MÁX.
Cloreto de Sódio (BS)	%	99,504	99,927
Umidade	%	0,500	2,500
Insolúveis	%	0,010	0,100
Cálcio	%	0,009	0,070
Magnésio	%	0,005	0,050
Sulfato	%	0,036	0,210
Iodo	Mg/kg		
Metalóide	de sal	15,00	45,00
Ferrocianeto de Sódio	p.p.m	5,00	10,00
Carbonato de Sódio	p.p.m	ausente	Ausente
1.2 Peso molecular			58,45
1.3 Solubilidade- água fria:			35,7%
água quente:			39,8%

2.1 ANÁLISE GRANULOMETRICA			
Peneiras		Porcentagem Retida	
ABNT	(mm)	MÍN.	MÁX.
12	1,680	0,0	4,8
18	1,000	0,0	8,8
20	0,840	0,5	9,2
40	0,420	8,3	29,0
60	0,250	8,4	38,7
80	0,177	12,2	41,4
FUNDO	-	10,0	78,7
2.2 Peso espec.(g/cm³)			1,140
2.3 Ponto de fusão (°C)			800,4
2.4 Ponto de ebulição (°C)			1.413,0
2.5 Capac. Calorífica -(cal/kg mol)			12,04
2.6 pH – Solução aquosa (10%)			7-8
2.7 Índice / refração - %			1,54
2.8 Porosidade			0,53

Figura 34 - Planilha de controle de iodo.

REFINAÇÃO E MOAGEM DE SAL SANTA HELENA LTDA.											
LABORATÓRIO DE ANÁLISES QUÍMICA - CONTROLE DE QUALIDADE							Ref. 009		Revisão 00		
PLANILHA DE ANÁLISES HORÁRIAS									DATA: ____/____/____		
Hora	Sal Refinado R-1				Sal 30xl/Churrasco			Sal Refinado R-2			LOTES
	Iodo	FRC 5 ppm	Vazão iodo (mL/min)	Marca	Iodo	FRC 5 ppm	Marca	Iodo	FRC 5 ppm	Marca	
	15 a 45 mg/Kg				15 a 45 mg/Kg			15 a 45 mg/Kg			
07:30											
08:00											
09:00											
10:00											
11:00											
12:00											
13:00											
14:00											
15:00											
16:00											
17:00											
18:00											
19:00											
20:00											
21:00											
22:00											
23:00											
Especificação Granulométrica do Refinado:											
0,84 mm = Ret. Máx. 2,5%				Fundo: (Pó) 12 a 15%		CONTROLE DE QUALIDADE					