



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA QUIMICA

RICHELLY NAYHENE DE LIMA

**BENEFICIAMENTO E ANÁLISES DE QUALIDADE DO SAL NA REFINARIA
REPRASAL**

MOSSORÓ
2017

RICHELLY NAYHENE DE LIMA

**BENEFICIAMENTO E ANÁLISES DE QUALIDADE DO SAL NA REFINARIA
REPRASAL**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Gecílio Pereira da Silva

MOSSORÓ

2017

© 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.

dL732 de Lima, Richelly Nayhene.

b BENEFICIAMENTO E ANÁLISES DE QUALIDADE DO SAL
NA REFINARIA REPRASAL / Richelly Nayhene de Lima.
- 2017.

34 f. : il.

Orientador: Gecilio Pereira da Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2017.

1. Sal. 2. Beneficiamento. 3. Refinaria. 4.
REPRASAL. I. Pereira da Silva, Gecilio , orient.

II. Título.

RICHELLY NAYHENE DE LIMA

**BENEFICIAMENTO E ANÁLISES DE QUALIDADE DO SAL NA REFINARIA
REPRASAL**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química.

Defendida em: 20 / 10 / 2017.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Cecílio Pereira da Silva (UFERSA)
Presidente


Prof. Dr. Luiz Ferreira da Silva Filho (UFERSA)
Membro Examinador


Prof. Dr. Alessandro Alisson de Lemos Araújo (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a **Deus** que iluminou o meu caminho e me deu força pra seguir apesar dos momentos difíceis enfrentados ao longo do curso.

Agradeço a toda a minha família, meus queridos pais, **Sônia e Neto**, por todos os momentos dedicados a mim, pela paciência, amor e carinho, vocês são a minha vida. Pai onde estiver espero que sinta orgulho de mim, você sempre será um exemplo para minha vida.

Agradeço também as minhas queridas irmãs, **Renata e Roberta**, pelos conselhos.

As minhas queridas amigas e companheiras de estudos, **Aline e Darliane, Aninha e Syulânia** porque não houve dificuldade que me parasse nem problema que me fizesse desistir enquanto vocês estiveram me dando apoio incondicional nesses últimos anos de convivência. Eu tenho a sorte de ter as melhores comigo e a elas devo muito essa vitória na minha vida.

Ao meu companheiro de pesquisa, **Josiel**, pela ajuda, incentivo e troca de conhecimento ao longo do curso.

Agradeço ao meu Orientador, **Gecílio Pereira da Silva**, por gentilmente ter me ajudado e guiado ao longo do curso, pelo ensino e por ter compartilhando um pouco da sua experiência.

Ao meu supervisor de estágio, **Jhon Kennedy**, por todo o ensino e conselhos que fazem a diferença para trilhar o caminho de um bom profissional.

Agradeço também a empresa **REPRASAL – L Praxedes de Sal** pela oportunidade de estágio.

RESUMO

Este relatório aborda as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado na empresa REPRASAL – L Praxedes de Sal situada em Mossoró – RN, durante o período de 17 de julho a 10 de outubro de 2017. Neste período vivenciou-se a rotina de um profissional no departamento de controle de qualidade da empresa.

Palavras-chave: Sal, Beneficiamento, Refinaria, REPRASAL.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de Produção do sal.	19
Figura 2: Secador de leite fluidizado no setor de refinaria.....	24
Figura 3: Refinaria.....	24
Figura 4: Empacotadoras automáticas na Refinaria	25
Figura 5: Enfardamento automático na Refinaria.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Propriedades Físicas do cloreto de sódio.....	17
Tabela 2 - Tipos de sal produzido pela refinaria REPRASAL.....	19
Tabela 3. Características técnicas dos produtos.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas

LANCEN_{RN} – laboratório central do rio grande do norte

IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente

BPF – Boas Práticas de Fabricação

LISTA DE SÍMBOLOS

% porcentagem

cm centímetro

g grama

mL mililitros

® registrado

°C graus Celsius

°Be graus baumé

K Kelvin

min minuto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 O Sal.....	17
2.2 Processo de fabricação nas salinas	18
2.3 Empresa	19
2.3.1 Produtos.....	19
3. METODOLOGIA	22
3.1 Processo de beneficiamento.....	22
3.1.1 Setor de Moagem.....	22
3.1.2 Setor de Refinaria	23
3.2 Controle de Qualidade.....	26
3.2.1 Análises físico-químicas.....	26
3.2.2 Controle de Documentação do departamento da Qualidade	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

O cloreto de sódio é um sal indispensável na vida humana, pois contribui para a regulação osmótica dos fluídos e atua na condução de estímulos nervosos e na contração muscular. Possui diversas finalidades na indústria química, sendo utilizado para temperar e conservar alimentos, para fabricação de medicamentos, produção de gás cloro, fixação de corante em fibras, alimentação animal e entre outras (CHEMMELO, 2005).

O sal foi um dos primeiros produtos a ser explorado comercialmente no estado do Rio Grande do Norte. O clima, os ventos constantes, as poucas chuvas e o solo argiloso impermeável tornaram os municípios de Areia Branca, Grossos, Mossoró, Galinhos e Macau os maiores produtores de sal do país, responsável por mais de 90% da produção mundial, em que apenas 40% é destinada ao mercado interno, sendo a maior parte do sal comercializado pela indústria química (ARAÚJO, 2012).

O sal bruto pode ser obtido a partir da evaporação e cristalização da água do mar por meio de grandes reservatórios, localizados nas salinas (CHEMMELO, 2005). Este tipo de sal contém em sua composição uma vasta quantidade de minerais como cálcio, magnésio, ferro e pequenos teores de metais pesados, que são extraídos ao longo do processo. Já na fase de beneficiamento, o sal bruto é moído, refinado e aditivado com substâncias não naturais que dão maior qualidade ao produto para que seja comercializado (NOGUEIRA *et al.*, 2013).

A empresa REPRASAL – L Praxedes de Sal, localizada em Mossoró/RN com mais de 30 anos de existência, se tornou uma das melhores beneficiadoras de Sal Marinho do RN investindo constantemente em novas tecnologias proporcionando a obtenção de sal de maior qualidade. A empresa produz sal para consumo humano, industrial e animal, comercializando mais de 70.000 toneladas de Sal Marinho por ano (SITE DA REPRASAL, 2017).

Assim sendo, este trabalho tem como objetivo descrever as atividades realizadas durante o Estágio Supervisionado na empresa REPRASAL – L PRAXEDES DE SAL, localizada em Mossoró - RN. Aplicando os conceitos teóricos aprendidos em sala e praticando atividades atribuídas a profissão de engenheiro químico. Além disso, Realizar análise de qualidade do sal moído e refinado produzindo na empresa e acompanhamento do processo no setor de moagem e na refinaria

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Sal

O sal apresenta-se sob a forma de cristalina, com granulação uniforme, inodoro e com sabor salino próprio. Este composto pode ser extraído da água do mar e de lagos salgados, ou a partir de depósitos minerais ou incrustações superficiais. Em seu estado puro apresenta em torno de 60.7% de cloro e 39.3% de sódio (TARASAUTCHI, 2008). A tabela 1 apresenta algumas das propriedades físicas do cloreto de sódio.

Tabela 1: Propriedades Físicas do cloreto de sódio.

PROPIEDADES DO CLORETO DE SÓDIO	
Massa Molecular (g mol ⁻¹)	58,440
Índice de refração	1,544
Densidade (g cm ⁻³)	2,165
Ponto de fusão (°C)	801,000
Ponto de ebulição (°C)	1413,000
Dureza, escala Mohs	2,500
Capacidade térmica (j g ⁻¹ K ⁻¹)	0,853
Calor latente (j g ⁻¹)	517,100

FONTE: KAUPP, 2000 apud MENDES *et al.*, 2012.

O sal é empregado na fabricação da soda caustica, carbonado de sódio, vidro, plástico, têxteis, borracha, sabão entre outros itens. Além disso, é largamente utilizado na indústria alimentícia para preservar e temperar alimentos. Hoje em dia, a indústria química é o maior consumidor de sal, chegando a gastar 60% da produção total, já 30% do sal é usado na alimentação e cerca de 10% é na alimentação de animais. (MENDES, 2012)

O Brasil é responsável apenas por 2,8% da produção mundial, sendo que a maior parte dessa produção é de sal marinho. No Brasil, o Rio Grande do Norte é o maior produtor nacional, representando cerca de 90% da produção do país, seguido do Rio de Janeiro. Os municípios que mais produzem sal no Rio Grande do Norte são Macau, Areia Branca, Mossoró, Grossos e Galinhos (DINIZ *et al.*, 2015)

Apesar de trazer benefícios econômicos do estado, extração do sal marinho produzido nas salinas proporciona degradação ambiental nas regiões próximas. Dentre os impactos causados se destacam, as alterações dos solos devido o percurso das águas onde é produzido o

sal e descartadas, na maioria das vezes, sem respeito ao meio ambiente; as alterações das águas devido os desvios dos rios e o aterro das gamboas (pequeno lago artificial junto ao mar), contribuindo para a degradação do habitat marinho na região e comprometimento da fauna e flora onde estão inseridas as salinas (BEZERRA *et al.*, 2012).

2.2 Processo de fabricação nas salinas

O processo de extração do sal marinho mostrado na figura 1 divide-se em três etapas: a concentração da água do mar nos evaporadores, a cristalização do cloreto de sódio, a colheita, lavagem, secagem e transporte (SITE DA REFIMOSAL,2017).

O processo de produção do sal se inicia com a captação da água do mar, que possui grau de salinidade em média de 3,5° Be (27 g_{NaCl}/L). A água é bombeada do braço de mar para a área de evaporação, subdivididas em áreas menores chamadas de evaporadores. A circulação da salmoura é realizada pela gravidade e por estações de bombeamento. À medida que a percorre os evaporadores, a sua concentração aumenta, e ao atingir a grau de salinidade entre 25 e 26° Be (255-268 g_{NaCl}/L) ela é transferida por bombeamento para as área de cristalização (SITE DA REFIMOSAL,2017).

Os cristalizadores possuem em média uma área 10 vezes menor que a área de evaporação. Nessa etapa de cristalização, ocorre a formação dos cristais de Cloreto de sódio (NaCl) que se precipitam formando laminas de cristais que podem varia de 1,5 a 3 cm por mês, dependendo das condições climática. A salmoura ao atingir a densidade de 29° Be (380 g_{NaCl}/L) é drenada e reciclada, dependendo da salina pode ser usada para gerar subprodutos.

As camadas de sal são colhidas por maquinas colhedoras e transportado, por carretelas rebocados por tratores de pneu, para o sistema de lavagem onde são retirados impurezas e sais indesejados. A lavagem ocorre por imersão e aspersão. Este processo ocorre geralmente entre agosto e janeiro, período de seca na região salineira (SITE DA REFIMOSAL, 2017)

Em seguida, o sal é colhido e uma esteira empilha sal ao ar livre, onde passa vários meses exposto a luz do sol para perda de umidade e redução da quantidade cálcio e magnésio presente. Este período é chamado de tempo de cura, e pode durar de 4 a 6 meses. Depois de completado, o sal é transportado para as unidades de beneficiamento.



Figura 1: Processo de Produção do sal.

2.3 Empresa

A Reprasal – Refinaria Praxedes de Sal – fundada em 1983 é uma empresa de grande referencial no ramo salineiro. Com mais de 30 anos de existência, a empresa se tornou uma das melhores beneficiadoras de Sal Marinho tendo como missão participar de forma efetiva no atendimento ao mercado consumidor Brasileiro (SITE DA REPRASAL, 2017).

2.3.1 Produtos

A empresa produz Sal para consumo humano, industrial e animal, com iodo e sem iodo, comercializando mais de 70.000 toneladas de Sal Marinho por ano. Possui macas próprias como o sal Máster e o sal Veneza e marcas terceirizadas, como Cristalino, Qualibom, Sal Leve, Queiroz entre outras (SITE DA REPRASAL, 2017).

Alguns tipos de sal comercializados pela empresa são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Tipos de sal produzido pela refinaria REPRASAL.

SAL	CARACTERÍSTICAS
-----	-----------------

	Apresentação: Fardo de 30x1kg e 10X1Kg Embalagem: Polietileno (espessura de alta resistência). Característica: Moído (extrafino), iodado. Indicação: Consumo humano, mesa e cozinha.
	Apresentação: Fardo de 30x1kg e 10X1Kg Embalagem: Polietileno (espessura de alta resistência). Característica: Refinado, torrado, peneirado, iodado, grão ultrafino e uniforme de alta fluidez. Indicação: Consumo humano, mesa, cozinha.
	Apresentação: Fardo de 30x1kg e 10X1Kg Embalagem: Polietileno (espessura de alta resistência). Característica: Moído (extrafino), iodado. Indicação: Consumo humano, mesa e cozinha.
	Apresentação: Fardo de 30x1kg e 10X1Kg Embalagem: Polietileno (espessura de alta resistência). Característica: Peneirado, granulado, iodado. Indicação: Utilizado no preparo de carnes para churrasco e receitas onde o sal grosso de qualidade especial é exigido.
	Apresentação: Saca de 25kg e 50kg. Embalagem: Polipropileno, rafia com lâmina de plástico. Característica: Moído, sem iodo. Indicação: Consumo bovino.

	Apresentação: Saca de 25kg e 50kg. Embalagem: Polipropileno, rafia com lâmina plástica. Característica: Moído (extrafino) sem iodo. Indicação: Indústria de ração animal em geral, suplementos minerais, consumo bovino direto, curtume, temperos, laticínios e panificação, também utilizado em frigoríficos, salgas e charqueado
	Apresentação: Saca com 25kg. Embalagem: Polietileno, valvulado.(espessura de alta resistência) Característica: Iodado, Refinado, torrado, peneirado, grão ultrafino e uniforme de alta fluidez. Indicação: Indústria alimentícia, biscoitos, temperos, queijos, iogurtes, conservas, embutidos, enlatados, laticínio entre outros.
	Apresentação: Saca com 25kg. Embalagem: Polietileno, valvulado (espessura de alta resistência) Característica: Sem Iodo, Refinado, torrado, peneirado, grão ultrafino e uniforme de alta fluidez. Indicação: Especialmente desenvolvido para uso na indústria têxtil, beneficiando a aplicação dos corantes ao tecido.

FONTE: SITE DA REPRASAL, 2017.

3. METODOLOGIA

As atividades do estágio supervisionado foram realizadas durante o período de 17 de julho a 10 de outubro de 2017, seguindo o cronograma proposto pelo supervisor do estágio, John Kenedy. Neste período, foi abordada uma visão geral da empresa, do processo de beneficiamento e das atividades rotineiras do departamento de controle de qualidade.

3.1 Processo de beneficiamento

Ao longo do estágio foi acompanhado juntamente com o supervisor do estágio, o processo produtivo desde a chegada do sal, até a sua expedição.

A fábrica é dividida em dois setores: setor de moagem onde são produzidos o sal moído e o sal grosso e o setor de refinaria onde é produzido o sal refinado, granulado e micronizado, com iodo e sem iodo. Todo processo realizado na empresa está descrito abaixo e segue a resolução – RDC - N° 28, de 28 de março de 2000.

O sal in natura que chega à empresa passa por análises físicas para verificar a qualidade. Nesta etapa são feitas análises visual (cor e formato) e análises físico-químicas (umidade e teor de cálcio e magnésio). Depois de liberado pelo controle de qualidade, inicia-se o processo.

3.1.1 Setor de Moagem

O processo consiste no descarregamento do sal bruto em um funil que alimenta um moinho de martelos. O sal moído sai a uma vazão média de 22 ton/h e, em seguida, é transportado por roscas (transportadoras helicoidal) onde são acrescentados os aditivos, iodato de potássio 5% (m/v) e ferrocianeto de sódio 2,25% (m/v) a uma vazão média de 20 l/h.

O ferrocianeto é usado como antiumectante. Já o iodato é adicionado como fonte de iodo. Segundo a ANVISA, o sal foi o alimento escolhido pelo Ministério da Saúde como suplemento de iodo para a população seguindo a resolução da RDC- nº 23, de 24 de abril de 2013. Não usar o sal iodado pode ocasionar distúrbios por deficiência de Iodo, como retardo mental grave e irreversível, surdo-mudez, anomalias congênitas ou bócio.

Por fim, o sal é embalado. A empresa conta com 10 empacotadores automáticas e enfiamento manual no setor de moagem, o que permite produzir em média cerca de 730 fardos de sal moído por hora.

3.1.2 Setor de Refinaria

O sal oriundo das salinas chega à refinaria com uma umidade de cerca de 3 % H_2O e passa primeiramente por um processo de moagem por meio de um moinho de martelos. O sal é transportado a uma vazão de 20 ton/h por roscas (transportadoras helicoidais) até os secadores de leito fluidizado onde é seco a cerca de $280^{\circ}C$.

Um difusor de fluxo de ar responsável pela movimentação do material dentro do secador mantém o sal em suspensão, permitindo um fluxo regular. Desta forma, aumenta a eficiência de evaporação da água contida no material, pelo fato do mesmo encontrar-se na forma pulverizada dentro da câmara de leito fluidizado. Quando o material atingir o nível de umidade desejada (aproximadamente 0,1% H_2O) o sistema de transporte pneumático faz a extração do sal em pó (também chamado de micronizado) por meio de um ciclone, responsável pela separação do sal dos gases de secagem. O sal micronizado sai pela parte inferior do ciclone onde poderá ou não ser aditivado (depende da finalidade), este tipo de sal é embalado a vácuo em fardos de 25 Kg (Figura 2).

Já o sal seco que sai do secador a uma vazão de 18 ton/h, segue para um processo de separação de grãos onde é peneirado em peneiras vibratórias de 0,85 mm, os grãos retidos na peneira são para a produção de sal granulado, os que passam são destinadas a produção de sal refinado. Em seguida, são acrescentados o iodato de potássio 5% (m/v) e ferrocianeto de sódio 2,25% (m/v) a uma vazão média de 12 l/h.

Por fim, o sal é embalado. A empresa conta com seis empacotadeiras automáticas (figura 4) e três enfiadeiras (figura 5) que permite produzir em média 600 fardos de sal refinado por hora. A figura 2 e 3 mostram imagens do setor de refinarias.



Figura 2: Secador de leito fluidizado no setor de refinaria.



Figura 3: Refinaria.



Figura 4: Empacotadoras automáticas na Refinaria



Figura 5: Enfardamento automático na Refinaria.

A empresa não possui uma estação de tratamento de efluentes. Os efluentes (sal reprovado pelo controle de qualidade) é descartado em aterros sanitário das salinas próximas, ou é vendida para compradores autônomos.

3.2 Controle de Qualidade

O controle de qualidade atua de forma direta na empresa e tem como principal função detectar falhas na linha de produção e garantir medida corretiva imediata, garantindo a qualidade dos serviços e produtos de acordo com o exigido pelas especificações técnicas. Ao longo do estagio acompanhou-se algumas das funções realizadas neste setor como: Análises físico-químicas e controle da documentação.

3.2.1 Análises físico-químicas

Todas as análises físico-químicas são realizadas no laboratório da REPRASAL. Os métodos de ensaio são feitos conforme descrito na Técnica IV nos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, e nas técnicas descritas pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.

- Determinação do Iodo em KIO_3

Em um balão de 500ml adicionar 1,5g de KIO_3 dissolver em 50 ml de água destilada e 2ml de HCl, em seguida aquecer.

Pipetar 25 ml dessa solução em um erlenmeyer, adicionar 20 ml de iodeto de potássio (KI) a 10% (m/v), 1 ml de HCl e 100ml de água destilada, obtendo-se a coloração amarelada.

Titular com solução de tiosulfato de sódio (0,1N) até obter a colocação amarelo claro, em seguida adicionar 2 ml de amido 1% (m/v), obtendo-se a coloração azul intenso. Continuar a titulação até a viragem para incolor.

$$\text{Iodeto (\%)} = V_{\text{tio}} \cdot f \cdot 4,2332 / M_{KIO_3}$$

- Determinação do Iodo

Em um Erlenmeyer, colocar 100 mL de água destilada e/ou água deionizada, 5mL da solução de Ácido Sulfúrico (1N), 1 mL da solução de Iodeto de Potássio 10 % (m/v) e 2 mL da solução de Amido a 1% (m/v).

Pesar 10 g de sal, e adicionar à solução obtendo a cor azul escuro.

Titular com tiosulfato de sódio (0,005 N) até a viragem da solução de azul para incolor.

O cálculo do teor de iodeto é feito pela seguinte equação:

$$\text{Iodeto (mg/kg sal)} = \frac{V_{\text{tiosulfato}} \times f \times 10,58}{\text{massa da amostra}}$$

- Determinação do teor de Cálcio

Preparar uma solução de 10% (m/v) de sal e transferir 10ml desta solução para um erlenmeyer, adicionar 5ml de NaOH (20%) e indicador Ácido Calcon-Carboxílico, obtendo-se coloração vermelha.

Titular com EDTA 0,01 M até a viragem para a cor azul nítida. O cálculo do teor de Ca^{2+} é feito pela seguinte equação:

$$\% \text{Ca}^{2+} = V_{\text{EDTA 1}} \times f \times 0,04008$$

- Determinação do teor de Magnésio

Preparar uma solução de 10% (m/v) de sal e transferir 10ml desta solução para um erlenmeyer, adicionar 10 ml de solução tampão e indicador Negro de Eriocromo T, obtendo-se coloração vermelha.

Titular com EDTA 0,01 M até a viragem para a cor azul nítida. O cálculo do teor de Mg^{2+} é feito pela seguinte equação

$$\% \text{Mg}^{2+} = V_{\text{EDTA 2}} \times f \times 0,02432$$

- Determinação do Sulfato

A determinação do Sulfato se dá através da seguinte equação:

$$\% \text{SO}_4^{2-} = (\% \text{Ca}^{2+} \times 2,4) + (\% \text{Mg}^{2+} \times 1,4)$$

- Determinação do teor de Ferrocianeto

Pesar 20g de amostra e diluir em água destilada.

Adicionar em um balão de 100ml e acrescentar 5ml de indicador Sulfato de ferro heptaidratado 10 % (m/v) obtendo a coloração verde, que indica a presença de ferrocianeto.

O laboratório dispõe-se de um fotocolímetro Analyser, modelo 500M[®] para obtenção da absorbância a solução, utilizando cloreto de sódio a 30% como branco.

$$\text{Ferrocianeto (ppm)} = \text{absorbâncias} / 0,005$$

- Determinação do teor de NaCl (base seca)

Na determinação da composição centesimal provável de uma amostra de NaCl, onde foram determinados os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , e SO_4^{2-} ; somente após a determinação dos cátions existentes como impurezas hidrossolúveis, é possível expressar os resultados da composição centesimal na forma de compostos químicos mais prováveis, sendo eles:

$\% \text{Ca SO}_4 = \% \text{Ca}^{2+} \times 3,397$
$\% \text{MgSO}_4 = (\% \text{SO}_4^{2-} - \% \text{Ca SO}_4) \times 1,253$
$\% \text{MgCl}_2 = (\% \text{Mg}^{+2} \times 3,917) + (\% \text{Ca}^{2+} \times 2,374) - (\% \text{SO}_4^{2-} \times 0,991)$
$\% \text{NaCl (BU)} = 100\% - (\% \text{H}_2\text{O} + \% \text{RI} + \% \text{Ca SO}_4 + \% \text{MgSO}_4 + \% \text{MgCl}_2) \times 100$
$\% \text{NaCl (BS)} = \frac{[100\% - (\% \text{H}_2\text{O} + \% \text{RI} + \% \text{Ca SO}_4 + \% \text{MgSO}_4 + \% \text{MgCl}_2)] \times 100}{100 - \% \text{H}_2\text{O}}$

- Determinação da umidade

Secar na estufa a 120 °C um cadinho até a massa constante (aproximadamente 1 hora) e em seguida resfriar em dessecador. Pesar o cadinho seco e depois acrescentar no cadinho com 10 g amostra de sal (M.u)

Colocar o cadinho com a amostra para secar na estufa durante aproximadamente 2 horas, em seguida resfriar no dessecador e pesar (M.s) .

$$\% \text{H}_2\text{O} = \frac{(M.u - M.s)}{M.u} \times 100\%$$

M.u = massa da amostra úmida

M.s = massa da amostra seca

- Determinação de *resíduos insolúveis*

Pesar 50 g de amostra (M.a) e dissolver em água destilada.

Secar um papel filtro em estufa, em seguida resfriar no dessecador e pesar (M.p).

Filtrar a solução obtida anteriormente, utilizando o papel filtro em um funil de buchner e kitassato. Após a filtração retirar o papel filtro com os insolúveis, levar pra secar na estufa e resfriar no dessecador. Pesar o papel com a amostra (M.i).

$$\% R,I = \frac{(M.i - M.p)}{M.a} \times 100\%$$

- Análise de Ph

Preparar uma solução de sal a 10% em um balão de 100ml.

Medir o ph usando um papel indicador de Ph.

- Análise Granulométrica

Este é um paradigma importante no que se refere à classificação do sal. O sal grosso não tem especificações granulométricas, enquanto que os demais tipos de sal (moído, refinado) são classificados conforme especificações estabelecidas por legislação.

O sal moído, retenção máxima de 5% na peneira nº 18, com 1,00mm de abertura. O sal refinado de todos os tipos obedecerá à retenção máxima de 5% na peneira nº 20, com 0,85mm de abertura, e à retenção de 90% na peneira número 140 com 0,106mm de abertura.

A tabela 3. Mostra a ficha técnica com as características específicas para o sal moído e refinado que segue o Decreto nº 75697, de 06 de maio de 1975.

Tabela 3. Características técnicas dos produtos.

	Sal Moído (Sal tipo I)	Sal Refinado
1. Características Químicas/ Físicas	PADRÕES	PADRÕES
1.1 Umidade (a 38°C)	2,500% Max	0,200% Max
1.2 Insolúveis	0,100% Max	0,100% Max
1.3 Nitritos, Nitratos, Sais Amônio	Não detectado	Não detectado
1.4 Sulfato	0,210%	0,400%
1.5 NaCl base seca	99,450 Min	99,120 Min
1.6 Iodato de Potássio(Iodo)	0,015% - 0,045%	0,015% - 0,045%
1.7 Anti-Umectante	0,0005%	0,0005%
1.8 Análises de Ph	6,5	6,5

2. Características Físicas	PADRÕES	PADRÕES
2.1 Granulometria	Retenção 5% na malha n° 18	Retenção 5% na malha n° 20
		Retenção 90 % na malha n° 140
3. Microbiológica	PADRÕES	PADRÕES
3.1 Mesófilos aeróbios totais	<1 E 4 ufc/g	<1 E 4 ufc/g
3.2 St. Aureus	<100 ufc/g	<100 ufc/g
3.3 Bacilius cereus	<100 ufc/g	<100 ufc/g
3.4 Streptococcus SP	<100 ufc/g	<100 ufc/g
3.5 Bacterias Halofilas	<100 ufc/g	<100 ufc/g

FONTE: Apostila BPF da REPRASAL.

3.2.2 Controle de Documentação do departamento da Qualidade

O preenchimento de uma série de documentos também foi realizado ao longo do estagio o objetivo de controlar a qualidade do sal proveniente das salinas fornecedoras e do sal produzido na empresa. Neles são identificados: o tipo de sal, lote, data de fabricação, data de validade, valores de umidade, insolúveis, % de cálcio, % de magnésio, % sulfatos, base seca, base úmida, níveis de iodo e de ferrocianeto de sódio. Tais laudos são enviados diretamente para os clientes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante todo o período de estágio, as análises foram realizadas com êxito. Os valores obtidos estavam em sua maioria dentro das normas padrão do Decreto nº 75697, de 06 de maio de 1975. Por respeito à empresa REPRASAL, os laudos preenchidos durante o estágio não são apresentados neste trabalho.

CONCLUSÃO

O estágio supervisionado na empresa REPRASAL foi uma experiência marcante e enriquecedora. Através deste foi possível vivenciar o dia-a-dia e o funcionamento de uma empresa o que permitiu um relacionamento social com profissionais que atuam na área e possibilitou a troca de informações e experiências vividas por eles, bem como suas dificuldades na empresa.

Neste período puderam ser identificados alguns poucos conteúdos estudados durante o curso, dentre os quais se destacam as disciplinas de Operações Unitárias I e II observadas nos processos de moagem, separação de grão e secagem. No laboratório, a disciplina de Análise química foi empregada para as análises físico-químicas do sal, como por exemplo, nas titulações por oxidação-redução e para o preparo das soluções padrões utilizadas para essas análises.

Tendo em vista que a maior parte do estagio foi realizado dentro do laboratório, não envolveu completamente a realidade de um profissional da Engenharia-Química na indústria, porém nesse período foi possível obter uma visão geral da rotina na empresa e perceber que um dos principais desafios enfrentado pela profissão dentro de uma empresa é lidar com a subjetividade dos funcionários.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, N. G. *et al.*, Sal marinho: o ouro branco do Rio Grande do Norte, In. VII CONGRESSO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. Palmas, 2012.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society*, 4 ed., Champaign, USA, A.O.C.S. 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5734: peneiras para ensaio com telas de tecido metálico. Rio de Janeiro, 1989.

BEZERRA, Joel Medeiros *et al.* Aspectos Econômicos E Ambientais Da Exploração Salineira No Estado Do Rio Grande Do Norte. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 9, n. 2, pp. 003-020. 2012

CARVALHO, O. O. *Avaliação e Diagnóstico do Setor Mineral do Estado do RN: Panorama do setor mineral do Rio Grande do Norte.* 2005.

CHEMELLO, Emiliano. A Química na Cozinha apresenta: *O Sal*. Revista Eletrônica ZOOM da Editora Cia da Escola – São Paulo, Ano 6, n. 3, 2005

DINIZ, Túlio V.; Inovação tecnológica na produção brasileira de sal marinho e as alterações sócioterritoriais dela decorrentes: *uma análise sob a ótica da Teoria do Empreendedorismo de Schumpeter* Marco Túlio Mendonça Diniz, Fábio Perdigão Vasconcelos, Márcia Barbosa Martis, Nova Uberlândia, 2015.

EMPRESA REPRASAL-L PRAXEDES GOMES. Disponível em: <http://www.reprasal.com.br/site/empresa>. Acessado no dia: 03/09/2017.

EMPRESA REFIMOSAL. Disponível em: <http://www.refimosal.com.br/>. Acessado no dia: 02/09/2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed., São Paulo: IMESP, 1985, p. 713-734.

NOGUEIRA, I. R. A. *et al.* Beneficiamento do sal: uma visão dos riscos ambientais. *HOLOS*. n. 1807, v. 1600., p. 148-160, 2013.

SILVA, A. R. *Produção artesanal de sal marinho no litoral setentrional do rio grande do norte*. Monografia – (Bacharelado em Geografia). Universidade federal do rio grande do norte- UFRN, Natal, 2015.

MENDES, Alexandra *et al.* Relatório do Projeto FEUP. Mestrado Integrado em Engenharia Química, Porto, 2012.