



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

CÉSAR AUGUSTO DIÓGENES JÚNIOR

AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DO SAL MARINHO REFINADO PARA
CONSUMO HUMANO COMERCIALIZADO NOS MUNICÍPIOS DE MOSSORÓ E
CARAÚBAS - RN

CARAÚBAS/RN
2022

CÉSAR AUGUSTO DIÓGENES JÚNIOR

AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DO SAL MARINHO REFINADO PARA CONSUMO
HUMANO COMERCIALIZADO NOS MUNICÍPIOS DE MOSSORÓ E CARAÚBAS - RN

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharelado em
Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Vitor Machado

CARAÚBAS/RN
2022

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

J95a Júnior, César Augusto Diógenes . Avaliação de
qualidade do sal marinho refinado para consumo
humano comercializado nos municípios de Mossoró e
Caraúbas-RN / César Augusto Diógenes Júnior. -
2022. 57 f. : il.

Orientador: Antônio Victor Machado.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Sal marinho. 2. Qualidade. 3. Iodo. 4.
Saúde do consumidor. I. Machado, Antônio Victor,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a). Biblioteca
Campus Caraúbas

Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

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

CÉSAR AUGUSTO DIÓGENES JÚNIOR

AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DO SAL MARINHO REFINADO PARA CONSUMO HUMANO COMERCIALIZADO NOS MUNICÍPIOS DE MOSSORÓ E CARAÚBAS - RN

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharelado em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 14/06/2022

BANCA EXAMINADORA

Assinatura dos membros da Banca Examinadora;

Prof. Dr. Antônio Vitor Machado UFERSA – Caraúbas
Presidente

Prof. Dr^a. Francisca Marta Machado Casado de Araújo UERN – Mossoró
Primeiro Membro

Msc. José Aldenor de Sousa UFERSA – Mossoró
Segundo Membro

RESUMO

A busca pela qualidade de vida do homem atual, tem exigido que este possa cada vez mais se cuidar e buscar conhecer os alimentos que consome e as suas funções no organismo. Nesse sentido, o sal marinho para o consumo humano. Configura-se como um elemento de discussão e de extrema necessidade para o bom funcionamento do organismo humano. O sal marinho refinado, conhecido também como sal comum de cozinha, é constituído por uma mistura de alguns sais, como: NaCl (cloreto de sódio) o constituinte principal, KIO₃ (iodato de potássio), responsável pela presença de iodo no sal. O sal é um importante nutriente, não apenas por ser utilizado mundialmente no preparo e na conservação dos alimentos, mas também devido às suas características químicas intrínsecas, podendo este ser ingerido regularmente em pequenas quantidades, o que o torna um veículo ideal para o consumo de outros micronutrientes essenciais, como o iodo. No Brasil o sal, tem sido fortificado com iodo, conforme determinação da ANVISA através da Resolução – RDC nº 130 de 26 de Maio de 2003, a fim de evitar graves distúrbios de saúde causados pela deficiência deste elemento químico. Nesse sentido, considerando-se os riscos à saúde da população, gerados pela insuficiência de iodo, torna-se necessário avaliar a qualidade do sal marinho refinado comercializado, verificando a sua adequação quanto aos critérios de Identidade e Qualidade do Sal – (PIQ), estipulados pela legislação. O presente estudo teve como principal objetivo o estudo de qualidade do sal marinho refinado, comercializado nos municípios de Mossoró e Caraúbas – cidades do Estado do Rio Grande do Norte. Foram analisadas 16 amostras de diferentes marcas de sal marinho no laboratório de química da UFRSA-campus de Caraúbas-RN, onde verificou sua qualidade através de análises físico-químicas, microbiológicas e microscópica conforme determina a legislação. De acordo com os resultados, todas as amostras avaliadas apresentaram uma ou mais inconformidades, segundo os padrões de qualidade definidos pela legislação vigente, seja essas quanto ao padrões físico-químicos ou microbiológicos. Como forma de assegurar a qualidade do produto disponível no mercado para o consumidor final, verificamos a necessidade e a importância de uma fiscalização periódica de rotina para a sua comercialização garantindo assim a segurança e a saúde da população consumidora deste produto.

Palavras-chave: Sal marinho, qualidade, Saúde do consumidor, iodo.

ABSTRACT

The search for the quality of life of today's man has demanded that he can increasingly take care of himself and seek to know the food he consumes and its functions in the body. In this sense, sea salt for human consumption. It is configured as an element of discussion and of extreme necessity for the proper functioning of the human organism. Refined sea salt, also known as common table salt, consists of a mixture of some salts, such as: NaCl (sodium chloride) the main constituent, KIO₃ (potassium iodate), responsible for the presence of iodine in salt. Salt is an important nutrient, not only because it is used worldwide in the preparation and preservation of food, but also because of its intrinsic chemical characteristics, which can be ingested regularly in small amounts, which makes it an ideal vehicle for the consumption of salt. other essential micronutrients such as iodine. In Brazil, salt has been fortified with iodine, as determined by ANVISA through Resolution - RDC No. 130 of May 26, 2003, in order to avoid serious health disorders caused by the deficiency of this chemical element. In this sense, considering the risks to the health of the population, generated by the insufficiency of iodine, it is necessary to evaluate the quality of the refined sea salt commercialized, verifying its adequacy regarding the Salt Identity and Quality criteria - (PIQ), stipulated by legislation. The main objective of this study was to study the quality of refined sea salt, sold in the municipalities of Mossoró and Caraúbas - cities in the State of Rio Grande do Norte. Sixteen samples of different brands of sea salt were analyzed in the chemistry laboratory of UFERSA-campus de Caraúbas-RN, where their quality was verified through physical-chemical, microbiological and microscopic analyzes as determined by legislation. According to the results, all the samples evaluated presented one or more non-conformities, according to the quality standards defined by the current legislation, whether in terms of physical-chemical or microbiological standards. As a way to ensure the quality of the product available on the market for the final consumer, we verify the need and importance of a routine periodic inspection for its commercialization, thus guaranteeing the safety and health of the consumer population of this product.

Keywords : Sea Salt, Quality, Consumer Health, Iodine.

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evaporador	25
Figura 2 – Cristalizadores	26
Figura 3 – Lavagem	27
Figura 4 – Sal empilhado	28
Figura 5 – Moagem	29
Figura 6 – Secadores de sal	30
Figura 7 – Peneira vibratória	30
Figura 8 – Empacotadeiras de sal	31
Figura 9 - Amostras de sal refinado supermercados de Mossoró e Caraúbas-RN.....	35
Figura10 – Avaliação da rotulagem das amostras de sal marinho refinado.....	46
Figura 11 – Avaliação microscópica das amostras de sal marinho refinado.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades do Cloreto de sódio (NaCl).....	18
Tabela 2 - Antiumectante	22
Tabela 3 - Padrão de Identidade e Qualidade do Sal - (PIQ), parâmetros físico-químicos analisados.	46
Tabela 4 - Padrão de Identidade e Qualidade do Sal - (PIQ), parâmetros físico-químicos analisados.	47

SUMÁRIO

1– INTRODUÇÃO.....	11
2 - OBJETIVOS	15
Objetivo Geral.....	15
Objetivos específicos:.....	15
3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1. O SAL.....	16
3.2 APLICAÇÕES DO SAL.....	16
3.3 TIPOS DE SAL	18
3.3.1 Sal marinho.....	19
3.3.2 Sal de cozinha	19
3.3.3 Sal kosher	20
3.3.4 Sal de Rocha.....	20
3.3.5 Sal de Churrasco ou Sal Peneirado.....	20
3.3.6 Sal Refinado ou Moído.....	20
3.4 ADITIVOS	21
3.4.1 Iodato de potássio.....	21
3.4.2 Antiumectante	22
3.5 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SAL	23
3.5.1. Captação da água do mar, evaporação e cristalização.....	23
3.5.2 Colheita e lavagem do sal.....	25
3.5.3 Beneficiamento	27
3.6 CONTROLE DE QUALIDADE DO SAL	31
4 - MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 Matéria Prima	33
4.2 Preparo das amostras	34
4.3 As análises físico-químicas e microbiológicas:.....	35
4.3.1. pH.....	35
4.3.2. Teor de resíduos insolúveis	35
4.3.3. Teor de umidade.....	36
4.3.4. Teor de cálcio.....	37
4.3.5. Teor de cloretos.....	38
4.3.6. Dureza total	38
4.3.7. Teor de iodo	39

4.3.8. Teor de magnésio.....	39
4.3.9. Teor de Sulfatos.....	40
4.3.10. Ferrocianeto de Sódio.....	41
4.3.11. Análise microscópica	41
4.4 Análise Microbiológica	42
4.5 Análise da Rotulagem	42
4.6 Análise Estatística	43
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1 Rotulagem.....	44
5.2 Padrões de Identidade e Qualidade do Sal – (PIQ).	45
5.3 Análises Microbiológicas	50
5.4 Análises Estatísticas	50
6 - CONCLUSÃO	52
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
8 – APÊNDICE	58

1– INTRODUÇÃO

Atualmente, o sal pode ser obtido da água do mar e por mineração, sendo constituído: cerca de 40% da composição total é sódio (Na) e os restantes 60% cloro (Cl). Apresenta-se sob a forma de cristais brancos, com granulação uniforme, inodoro e com sabor salino próprio (TARASAUTCHI, 2018). O cloreto de sódio popularmente conhecido como sal, existe na natureza sob a forma cristalina cúbica, no seu estado puro apresentando 60.663% de cloro e 39.337% de sódio. Este, quando produzido para fins comerciais, pode existir na forma de cristais discretos de vários tamanhos dependendo do fim para o qual irá ser utilizado, o sal pode ter cor branca, cinzenta, avermelhada e acastanhada. Essa cor depende das impurezas presentes, dentro ou fora dos cristais (INÁCIO, 2016). O sal é solúvel em solventes polares e insolúvel em solventes apolares, em solução aquosa pura de cloreto de sódio possui pH 7.

O cloreto de sódio, popularmente conhecido como sal, é uma substância largamente utilizada no mundo inteiro, é formado na proporção de um átomo de cloro para um átomo de sódio. A sua fórmula química é NaCl. O sal é uma substância essencial ao homem e indispensável a todos os tipos de vida animal e também um importante conservante natural para os alimentos. Podemos constatar a importância do papel desempenhado pelo sal, através dos registros da história da humanidade (SOUTO, 2018).

Informações sobre a utilização do sal podem ser encontrados em ilustrações e escritos, que datam do início da civilização. A salga dos alimentos já era um costume bastante difundido no Egito, cerca de 4.000 anos antes da era cristã, os gregos e os romanos utilizavam o sal também como moeda para suas operações de compra e venda. A palavra latina "salário" deriva do sal, onde do latim *salarium argentum*, que significa “pagamento em sal”. Na época, uma parte do ganho das legiões romanas era remunerada por uma iguaria muito cara, que podia ser trocada por bens diversos, o sal (INÁCIO et. al., 2017). O processo de extração do sal marinho divide-se em três principais etapas: a concentração da água do mar, a cristalização do cloreto de sódio, a colheita com a lavagem (REFIMOSAL, 2019). O sal após lavado é centrifugado e segue em esteiras para ser moído. Nesse processo, totalmente isento da adição de produtos químicos, o sal grosso é peneirado, moído e lavado com salmoura saturada para a purificação dos cristais. Em seguida, estes são separados através de centrífugas e secas a 250°C (REFIMOSAL, 2019). O sal seco é moído ou refinado, para que possa ser classificado em peneiras de acordo com a

granulometria desejada dos cristais. Finalmente, é banhado com iodo, empacotado e enviado para o consumo. Os produtos destinados ao uso industrial podem ou não receber adição de iodo, de acordo com a necessidade da aplicação final do produto.

O processo de extração do sal marinho divide-se em três principais etapas: a concentração da água do mar, a cristalização do cloreto de sódio, a colheita com a lavagem. O sal depois de lavado é centrifugado e segue em esteiras para ser moído. Nesse processo, totalmente isento da adição de produtos químicos, o sal grosso é peneirado, moído e lavado com salmoura saturada para a purificação dos cristais. Em seguida, estes são separados através de centrífugas e secas a 250°C (FEMENICK, 2018). O sal seco é moído ou refinado, para que possa ser classificado em peneiras de acordo com a granulometria desejada dos cristais. Finalmente, é banhado com iodo, empacotado e enviado para o consumo. Os produtos destinados ao uso industrial podem ou não receber adição de iodo, de acordo com a necessidade da aplicação final do produto.

A produção do sal marinho é relativamente simples com a evaporação solar da água do mar, porém requer grandes áreas de terra plana, baixas taxas de precipitação, sol abundante, e vento fortes para fornecer melhores rendimentos. No Brasil, o Estado do Rio Grande do Norte reúne todas estas condições favoráveis para a produção salineira, fato estes que na atualidade a produção de sal é uma das atividades econômicas de maior relevância em todo estado, sendo este responsável por 97% do sal marinho produzido em todo o Brasil, exportando o produto para vários estados brasileiros além de outros países como o Estados Unidos e a África (CAMPUS, 2018). A região salineira potiguar é composta por seis municípios, compreendendo em qualidades excelentes para a produção de sal, são eles, Areia Branca, Mossoró, Grossos, Galinhos, Guamaré e Macau no RN.

O sal marinho refinado, conhecido também como sal comum de cozinha, é constituído por uma mistura de alguns sais, como: NaCl (cloreto de sódio), o constituinte principal, KIO₃, (iodato de potássio), responsável pela presença de iodo no sal, o ferrocianeto de sódio e alumínio silicato de sódio (antiumectantes) responsáveis estes pela diminuição da umidade do produto (ANVISA, 2013). O sal é um importante nutriente e fundamental para a saúde humana, não apenas por ser utilizado mundialmente no preparo e na conservação dos alimentos, mas também devido às suas características químicas intrínsecas, podendo ser ingerido regularmente em

pequenas quantidades, o que o torna um veículo ideal para o consumo de outros nutrientes importantes como a exemplo o iodo (SILVA, 2021).

O iodo por sua vez é um elemento químico essencial e necessário para a saúde humana, pois atua no desenvolvimento físico e mental, a sua deficiência pode causar problemas graves à saúde, pois é um nutriente essencial na síntese dos hormônios da tireoide, que regulam o funcionamento do organismo (DUARTE, 2014). Hormônios como exemplo a triiodotironina e a tiroxina, esses hormônios atuam no crescimento físico e neurológico, além de serem responsáveis pela manutenção do fluxo normal de energia. Quando esses hormônios não são produzidos de forma adequada no organismo eles podem causar problemas de saúde e gestacional, como abortos espontâneos, mortalidade infantil, distúrbios no crescimento infantil e dificuldade de aprendizado (MENESES, 2017). Há ainda deficiências de coordenação e retardos mentais, assim como dificuldades na audição e na fala. A deficiência de iodo ainda causa outra doença muito conhecida que é o onde há um aumento do volume da tireoide, assim dando a aparência de papo, como é conhecido popularmente (ANVISA, 2020).

Como estratégias da Política Nacional de Alimentação e Nutrição, do Ministério da Saúde, para prevenir e controlar os distúrbios nutricionais e as doenças associadas à alimentação e nutrição, estabeleceu-se a obrigatoriedade de adição de iodo no sal para consumo humano (ANVISA, 2000). Em março de 2003, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2003) em sua RDC nº 130, de 26 de maio de 2003, e em seu artigo 1º estabeleceu que: “somente será considerado próprio para consumo humano o sal refinado que contiver teor igual ou superior a 20 (vinte) mg até o limite máximo de 60 (sessenta) miligramas (mg) de iodo por quilograma (kg) de produto”. Já no mês de abril de 2013, a ANVISA, aprovou o regulamento técnico que estabelece uma nova teorização de iodo no sal de cozinha através da RDC nº 23, publicada no mês de abril de 2013, a fim de erradicar efeitos nocivos à saúde. Nesta norma, regularizou que o teor de iodo no sal refinado para consumo humano deverá estar igual ou superior de quinze (20) mg até o limite máximo de quarenta e cinco (60) mg por quilograma de produto.

A qualidade microbiológica está associada muitas vezes com as condições higiênicas de produção e manipulação dos alimentos. O maior problema com a presença de fungos e leveduras é a fermentação, que resulta do consumo dos açúcares pelas leveduras, com produção de numerosos subprodutos que podem alterar o paladar e o aroma natural do alimento (BARBOSA,

2020). Os microrganismos de importância são leveduras, fungos filamentosos e bactérias formadoras de esporos. Estes microrganismos podem estar envolvidos em atividades de deterioração do produto, produção de enzimas, toxinas, conversão metabólica do alimento, produção de fatores de crescimento (vitaminas e aminoácidos) e fatores de inibição de microrganismos competidores (BRASIL, 2019). Os microrganismos de grupo coliformes podem ser utilizados para refletir a qualidade microbiológica dos alimentos em relação à vida de prateleira ou à segurança, alimentar, devido à presença de patógenos alimentares. Este grupo é utilizado para avaliar a sanidade dos alimentos. Contudo, para avaliar os aspectos gerais de qualidade pode ser utilizados os indicadores, consistindo em microrganismos indicadores frequentemente empregados para avaliar a qualidade do produto final e a higiene empregado em seu processamento (KINDLEIN, 2020).

Neste sentido e considerando-se os riscos à saúde da população, gerados pela insuficiência de iodo e pela possível contaminação física e microbiológica é imprescindível a viabilização de projetos como este que tem como principal objetivo o estudo da qualidade do sal marinho refinado para consumo humano comercializado nos municípios de Mossoró e Caraúbas – RN, verificando assim a qualidade do produto disponível no mercado para o consumidor, no que diz respeito à sua adequação aos critérios estabelecidos pela legislação atual (BRASIL, 2019) e as exigências do Código de Proteção e Defesa do Consumidor garantindo dessa forma a preservação da saúde de seus consumidores.

2 - OBJETIVOS

Objetivo Geral

O presente trabalho teve como principal objetivo o estudo de qualidade físico-química e microbiológica do sal marinho refinado para consumo humano comercializado nos municípios de Mossoró e Caraúbas – RN.

Objetivos específicos:

- Avaliar a rotulagem das amostras de sal;
- Realizar análises físico-químicas e microbiológicas do sal marinho refinado para consumo humano nas amostras comercializadas nos municípios de Mossoró e Caraúbas – RN;
- Avaliar microscopicamente o sal marinho refinado a fim de verificar possíveis contaminação por agentes físicos externos, nas amostras coletadas em estudo;

3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. O SAL

A química caracteriza o sal como todo produto resultante da reação entre um ácido e uma base, e quando dissolvidos em água liberam um cátion diferente do H^+ e um ânion diferente do OH^- . Quando se trata do sal que consumimos, o cloreto de sódio ($NaCl$), ele é produto da reação entre ácido clorídrico e o hidróxido de sódio. Todo o sal comercializado é extraído de fontes naturais e, por causa das diferentes condições de formações da reserva de sal, essa contém outros minerais em sua constituição (ECYCLE, 2019).

A composição do sal de $NaCl$ é cerca de 40% de sódio (Na) e 60% de cloro (Cl). Encontra-se sob a forma de cristais brancos, com granulação uniforme, inodoro e com sabor salino próprio. É uma substância importante para o corpo humano, se consumido de forma correta e em quantidade equilibrada, de modo a manter a pressão sanguínea e o volume de sangue no organismo, entre outras funções (MENDES et al., 2012).

De acordo (LEITE, 2018), o cloreto de sódio é um dos elementos mais presentes na natureza e é uma das cinco matérias-primas básicas que condicionam direta ou indiretamente quase toda a indústria química moderna. Além de estar presente nos oceanos, com uma fonte praticamente inesgotável, obtém-se sal de depósitos à flor da terra, de jazidas subterrâneas, de fontes de salmouras naturais, de lagos salgados ou de mares interiores. O mar é a maior reserva contínua de minérios disponível para exploração. Essa reserva tem uma característica única, que é o fato de ser reabastecida, constantemente, pelos rios que transportam para o mar mais mineral, por dia, do que o homem consegue retirar a cada ano.

3.2 APLICAÇÕES DO SAL

Segundo a indústria Salineira NORSAL (acesso em 30/07/2021), o sal é o mineral não energético mais produzido e empregado pelo homem depois do minério de ferro e oferece mais de 14.000 aplicações de diversas maneiras, a maior parte na indústria química. É empregado na fabricação de cloro, soda cáustica, ácido clorídrico, vidro, alumínio, plásticos, têxteis, borracha,

hidrogênio e celulose, entre outros itens. O sal também é largamente utilizado *in natura* na indústria alimentícia para preservação de alimentos, na alimentação humana e animal.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2014), o sal utilizado no consumo humano está relacionado ao cloreto de sódio cristalizado extraído de fontes naturais, adicionado obrigatoriamente de iodo. Tal produto deve apresentar-se sob a forma de cristais brancos, com granulação uniforme, inodoros e ter sabor salino-salgado próprio. Além do mais, não pode apresentar nenhuma sujeira, microrganismos patogênicos ou outro tipo de impurezas. Ao sal, podem ainda ser adicionados aditivos, como minerais (antiumectante), desde que nos limites estabelecidos pela legislação.

A maior parte dos alimentos contêm sal, esse, desempenha importante papel em termos de propriedades funcionais e sensoriais. Na indústria alimentícia, ele é utilizado para uma grande variedade de funções técnicas, sendo fundamental para ressaltar e aumentar de forma natural o sabor dos alimentos. Além dessa qualidade organoléptica que o fez universalmente popular, o sal tem muitas outras propriedades, como sua capacidade como conservador e preservador dos alimentos, como por exemplo carnes, impedindo o crescimento de bactérias (MACHADO, 2019).

Nos processos alimentícios, o sal atua como aglutinante de outros ingredientes, bem como, funciona como substância que permite controlar os processos de fermentação de determinados alimentos. É utilizado para dar textura aos alimentos para que se tornem mais agradáveis ao tato e visualmente mais atrativos e apetitosos através da potencialidade da cor de muitos alimentos, além disso, é um agente usado para desidratar e amolecer muitas matérias-primas da alimentação. Os seus usos mais comuns, quer para a indústria da alimentação, quer no dia a dia doméstico, estão relacionados com carnes, panificação, produtos lácteos e conservas (NAVES, 2017)

Nas indústrias de cereais e farinhas de trigo e arroz empregam o sal como corretor do sabor. Por sua vez, o sal se torna um ingrediente fundamental na elaboração do pão para controlar o grau de fermentação da massa. Além do mais, torna mais saboroso e apreciável ao paladar este alimento universal, tão importante na dieta. Na elaboração de produtos lácteos básicos na dieta, como queijo, margarina, manteiga ou cremes, o sal é utilizado para controlar a fermentação e

para melhorar a cor, a textura e o sabor destes (SUBSTITUIÇÃO DE SÓDIO NOS ALIMENTOS, 2019).

Nos setores de conservas, salmouras e salgas, utiliza-se este ingrediente para garantir a conservação natural e a segurança alimentar dos seus preparados. O característico sabor que o sal confere a estes produtos é também uma das qualidades mais apreciadas pelos consumidores.

O sal também é utilizado como ingrediente na produção de rações para todos os tipos de animais ((LEITE, 2018).

Á seguir, na **Tabela 1**, estão presentes algumas propriedades do Cloreto de sódio (NaCl).

Tabela 1 - Propriedades do Cloreto de sódio (NaCl).

Tabela 1. Propriedades do NaCl	
Massa Molar	58,443 g/mol
Densidade	2,165 g/cm ³
Ponto de Ebulição	1462 °C
Ponto de fusão	801 °C
Solubilidade	35,9 g/100 mL de água (25 °C)
Estrutura Cristalina	Cúbica

FONTE: Adaptado do Norsal (2019)

3.3 TIPOS DE SAL

O sal pode ser classificado conforme a sua composição e processamento em: comum e refinado e conforme características dos grãos em: grosso, peneirado, triturado e moído. Cada um com suas especificações determinadas pela legislação (BRASIL, 1975). E ainda existem diversas variedades de sal disponíveis, porém todas elas se enquadram em quatro tipos fundamentais: sal

marinho, sal de cozinha, sal kosher e sal de rocha. Os primeiros três tipos são sais para fins alimentícios (SUBSTITUIÇÃO DE SÓDIO NOS ALIMENTOS, 2013)

3.3.1 Sal marinho

Devido sua forma de colhimento, o sal marinho é geralmente mais caro que o sal de cozinha. O “*fleur de sel*” (“flor de sal”, em francês), por exemplo, é raspado manualmente da superfície de lagos de evaporação. Alguns sais marinhos não são tão processados quanto o sal de cozinha, ficando com microminerais que normalmente são removidos durante o processo de refinação. O sal marinho pode ser grosso, fino ou em flocos. Nas cores branco, rosa, preto, cinza ou de uma combinação delas, dependendo de onde vem e dos minerais contidos nele (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2022)

Alguns amantes da culinária dizem que quantidades mais altas de micro minerais podem deixar os sais marinhos com um sabor e natural. Outros dizem que o sabor não muda, mas que as cores e texturas deixam os pratos com uma aparência melhor. No geral, os sais marinhos não são usados durante a preparação, mas para finalizar um prato (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2022).

3.3.2 Sal de cozinha

O sal de cozinha deve ser, obrigatoriamente, iodado. O iodo foi incluído ao sal pela primeira vez por volta de 1920 para eliminar uma epidemia de hipertireoidismo, que é um crescimento da glândula tireoide causado por irregularidades hormonais na ausência de iodo. O sal de cozinha é o mais utilizado. Ele é processado para remover impurezas e o mesmo é adicionado de aditivos, tais como iodato de potássio (nutriente micromineral) e antiemético INS – 535 ferrocianeto de sódio, ambos tendo o limite de adição junto ao produto controlados pela ANVISA. Por ter uma textura fina, o sal de cozinha é fácil de medir e se mistura de maneira homogênea (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2022).

3.3.3 Sal kosher

O sal kosher é utilizado para o preparo de carnes kosher, já que remove o sangue rapidamente. Vários chefes de cozinha preferem usar este sal, pois sua textura grossa facilita na hora de usá-lo e salpicá-lo sobre a comida durante ou depois do preparo. Porém, ele não dissolve rapidamente como o sal de cozinha. Por ser um sal não iodado alguns afirmam que isso o faz ser melhor para cozinhar: o iodo deixa o sal de cozinha com um leve gosto de metal (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2022)

3.3.4 Sal de Rocha

O sal de rocha é um sal grosso não refinado que normalmente possui impurezas não comestíveis. Mas ele tem um uso na culinária, como em fabricação de sorvetes caseiros que costumam orientar que o sal de rocha deve ser espalhado sobre o gelo ao redor do cilindro com a mistura de sorvete. O sal faz com que o gelo derreta mais rápido e a mistura de sal e água resultante congela a uma temperatura mais baixa do que se o gelo estivesse sozinho, fazendo com que o sorvete congele mais rápido. Esse sal também é espalhado sobre estradas e calçadas congeladas para derreter o gelo (NORSAL, 2021).

3.3.5 Sal de Churrasco ou Sal Peneirado

O sal de churrasco é obtido pela evaporação da água do mar, é um sal grosso submetido a uma operação de peneiramento, contudo a sua composição granulométrica depende das exigências do seu uso (SOUTO, 2018).

3.3.6 Sal Refinado ou Moído

O sal refinado ou moído é um sal grosso que passa por um moinho, apresentando composição química e granulométrica conforme a exigência do cliente, como também atende as normas e leis vigentes do país. Dos produtos gerados pela indústria de moagem e refino é o de

menor valor agregado. O produto classificado como moído extrafino é ofertado ao setor alimentício e agropecuário (SOUTO, 2018).

3.4 ADITIVOS

São acrescentados ao sal, durante sua produção, basicamente dois aditivos: o iodato de potássio e antiumectante, desde que nos limites estabelecidos pela legislação. A seguir estão descritos as funções desses aditivos no sal e no organismo humano (INSUMOS, 2018).

3.4.1 Iodato de potássio

O iodo é um micronutriente fundamental para o homem e outros animais. Há apenas uma única função conhecida do iodo no organismo humano: ele é utilizado na síntese dos seguintes hormônios tireoidianos: a triiodotironina (T4) e a tiroxina (T3). Tendo estes hormônios dois importantes papéis: atuam no crescimento físico e neurológico e na manutenção do fluxo normal de energia. A deficiência de iodo pode causar cretinismo em crianças (retardo mental grave e irreversível), surdo-mudez, anomalias congênitas e bócio (hipertrofia da glândula tireoide) (ANVISA, 2020).

A parcela de iodo que necessitamos em toda nossa vida é correspondente a uma colher de chá, mas como o iodo não pode ser armazenado pelo nosso organismo, ele deve ser ofertado em pequenas quantidades e de forma continuada. Sendo por meio do sal o suprimento da carência nutricional de iodo (ANVISA, 2013).

A introdução de iodo no sal é feita por meio do iodato de potássio, conhecido como KIO_3 , que é um oxidante que pode ser quimicamente criado ao se reagir ácido iódico com uma base contendo potássio. Ele geralmente é encontrado na forma de pó cristalino branco e sem cheiro. Em seu estado puro, o iodato de potássio pode ser prejudicial para seres humanos se inalado, engolido ou se entrar em contato com a pele, apesar disso ele é comumente utilizado na preparação da versão iodada do sal de cozinha comum. Cerca de 76,5% do iodato de potássio é

iodo, portanto, ele é borrifado sobre o sal para iodá-lo, sendo que para isso são necessários apenas 60 mg de iodato de potássio para iodar uma tonelada de sal (ANVISA, 2020).

3.4.2 Antiumectante

Outro aditivo que é utilizado no sal é o antiumectante. Uma substância que reduz a capacidade higroscópica dos alimentos. Os chamados higroscópicos são aqueles materiais que retêm uma quantidade maior de água enquanto a quantidade de umidade aumenta. Esse tipo de substância impede que haja o agrupamento de partículas quando ocorre o contato com a água. Em outras palavras, o papel dele nas comidas é impedir que os alimentos secos fiquem umedecidos. Ele também é importante para evitar a absorção da umidade (LEITE, 2018).

Alguns exemplos de antiumectante que podem ser adicionados ao sal estão na **Tabela 2**, a seguir.

Tabela 2 - Antiumectante

Tabela 2. Antiumectante			
Classe	Aditivo	Código	Limite de emprego em g/100g
Antiumectante	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
	Ferrocianeto de sódio	AU-VI	0,0005
	Alumínio silicato de sódio	AU-VII	1,0
	Dióxido de silício	AU-VIII	1,0

3.5 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SAL

A produção de sal divide-se basicamente em dois métodos: a forma tradicional – uso de salinas – e a forma industrial. Esta última consiste em cristalizar os sais dissolvidos na água do mar através de evaporadores industriais. Porém, tem-se a exploração mineiral que também desempenha um papel importante na produção de sal, este sal encontra-se sob a forma de halite ou sal-gema debaixo da superfície terrestre (MENDES et al., 2012).

O sal tradicional é superior ao sal industrial em muitos fatores, como no sabor e nos nutrientes contidos. E por se tratar de um processo natural, a produção sofre influência do clima e é planejada levando em consideração as estações de seca e de chuvas. Assim, o bombeamento, concentração e cristalização da água do mar começam em junho/julho que é início da estação seca. A colheita e a lavagem do sal cristalizado acontecem entre agosto e fevereiro. No período de chuvas da região salineira, de março a maio, o processo é interrompido. Nesse tempo a produção passa por um momento de manutenção e preparo da nova safra (NORSAL, 2019).

A extração do sal marinho envolve as etapas de captação da água do mar, evaporação, cristalização de NaCl, lavagem do sal e estocagem. As etapas de produção estão descritas à seguir.

3.5.1. Captação da água do mar, evaporação e cristalização

A água do mar é introduzida nas salinas através de um sistema de bombeamento pela elevação das marés para a área de evaporação subdividida em áreas menores, chamadas de evaporadores (Figura 1), que são grandes tanques que correspondem a 80% da área total de uma salina. A água é captada com teor de salinidade variando entre 3,4° a 4,5° Baomé (ALBUQUERQUE, 2018).

Figura 1 - Evaporador



FONTE: SOUTO (2018)

A água é evaporada naturalmente pelo sol e vento com o objetivo de fazer com que a água captada atinja a concentração dos sais até que a salmoura esteja saturada de cloreto de sódio. A circulação da salmoura na área de evaporação é feita pela gravidade e por estações de bombeamento conjugadas. À medida que a salmoura percorre essa área, aumenta a concentração devido a evaporação da água. A evaporação média é de 8 milímetros por dia (ALBUQUERQUE, 2018).

A salmoura continua a se concentrar até atingir o limite de saturação, densidade de 25 a 26 °Be (255 – 268 g/L de NaCl), e fica pronta para ser transferida para a área de cristalização, subdividida em vários cristalizadores (Figura 2) (CIMSAL, 2022).

Figura 2 - Cristalizadores



FONTE: www.salinasoledade.com.br

Aqui observa-se a cristalização da salmoura que já está saturada de cloreto de sódio, apresentando lâminas de água abaixo de 50 cm e há a sedimentação do sal na parte inferior do cristalizador. Após a cristalização, parte da salmoura saturada será drenada de volta para o mar para evitar a precipitação de outros sais indesejáveis e outra parte será usada para a lavagem do sal cristalizado retirando impurezas. (REFIMOSAL, 2019)

A água residual da salina jogada de volta no mar é chamada de água-mãe, contendo teores significativos de íons, tais como, sódio (Na), potássio (K), cloreto, sulfato e, principalmente, magnésio (ALBUQUERQUE, 2018).

3.5.2 Colheita e lavagem do sal

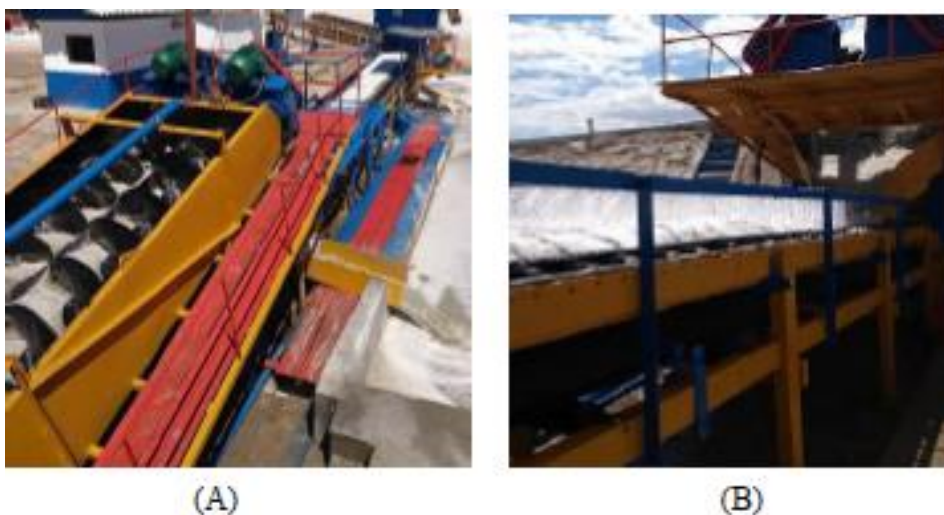
Logo após o processo de cristalização, o sal é colhido por máquinas colhedeiras que removem o sal através de suporte de motoniveladoras para escarificação e nivelamento da laje. O sal, ainda, passa por um sistema de lavagem para promover a limpeza do mesmo. O transporte para o lavador é feito por tratores agrícolas e caçambas que se deslocam em fluxo contínuo do cristalizador para o lavador (SOUTO, 2018).

A primeira colheita de sal é chamada de flor de sal. A formação do seu aspecto de pequenos flocos e a sua finura é explicada pelo fato dos cristais desta estarem no início do seu processo. Estes cristais podem ser considerados as sementes dos outros cristais mais grossos que se encontram na parte mais inferior das salinas (CIMSAL, 2022).

Devido ao seu sabor delicioso e paladar muito intenso, a Flor de sal, é ideal para culinária. Graças às impurezas que possui, deixa o sabor dos alimentos acentuado e destina-se sobretudo ao tempero de alimentos já confeccionados, tais como carnes e peixes grelhados, legumes cozidos e saladas, uma vez que se dissolve facilmente (CIMSAL, 2022).

O sal bruto é lavado ainda na salina e muitas vezes há uma segunda lavagem para garantir uma melhor qualidade do produto final como mostram as Figuras 3A e 3B. Esse sistema que ocorre em transporte hidráulico, se mostra eficiente já que promove uma grande turbulência no fluxo do sal e salmoura, garantindo uma lavagem eficaz e reduzindo a níveis quase imensuráveis os teores de impurezas insolúveis e sais indesejáveis (REFIMOSAL, 2019).

Figura 3 – Lavagem do sal



(A) Primeira lavagem; (B) Segunda lavagem

FONTE: Souto (2018)

Depois de lavado, o sal é empilhado ao ar livre em que passará por secagem natural para perder umidade e melhorar sua qualidade química em virtude da diminuição dos teores de cálcio

e magnésio ainda presentes, mostrado na Figura 4. A esse processo dá-se o nome de cura (CIMSAL, 2022).

Figura 4 - Sal empilhado



FONTE: SOUTO (2018)

Quando o sal atinge a umidade apropriada para venda, pode então ser retirado das pilhas e levado até as unidades de beneficiamento ou para comercialização do produto *in natura* (REFIMOSAL, 2019)

3.5.3 Beneficiamento

O sal grosso a granel (*in natura*) enviado as unidades de beneficiamento passará por processos de secagem, moagem e refino de modo a satisfazer as demandas do mercado referentes a granulometria e outros parâmetros importantes como umidade e adição de aditivos específicos para cada fim (CISNE, 2022).

A primeira operação unitária que o sal passa é a moagem, com o objetivo de reduzir a sua granulometria, no qual, é descarregado num funil de alimentação e transportado através de

pá mecânica, de onde sobe por um elevador de canecas até o moinho para o processo de moagem (REFIMOSAL, 2019), mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Moagem do sal



FONTE: SOUTO (2018)

Após a moagem, o sal procedente do moinho é composto de 20% de pó (micronizado), 10% de granulado e 70% de refinado, e ainda possui umidade por volta de 2 a 3% de água, sendo assim, é levado para secagem. A secagem do sal é feita através de secadores com leito fluidizado (Figura 6) que trabalha com ar quente oriundo de uma fornalha abastecida a GNI (Gás Natural Industrial) com temperatura de aproximadamente 300 °C que faz com que o valor da umidade chegue a cerca de 0,1% e possibilite a torra do sal (CIMSAL, 2022).

Figura 6 – Secadores de sal

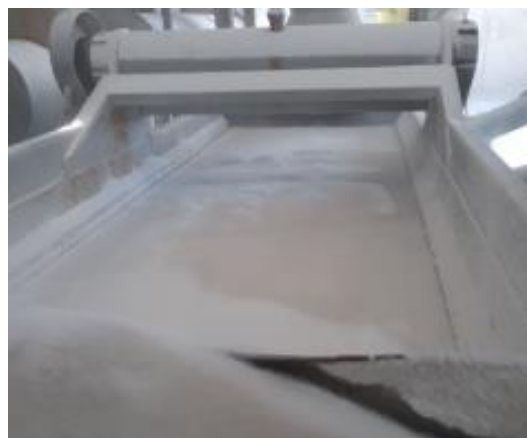


FONTE: SOUTO (2018)

Essa fornalha possui inicialmente uma pressão de 15 Kgf/cm² sendo importante o uso de válvulas de estrangulamento para a redução da pressão para 2,7 Kgf/cm².

Os diferentes tipos de sal são separados através de peneiras, no caso do refinado, granulado e grosso (churrasco) e por exaustão o micronizado. Quando o sal sai do secador cai em uma peneira vibratória de tela nº 20 com abertura de 0,84 mm (Figura 8). A porção que passa da peneira é o sal refinado e o que fica retido passará novamente pelo processo diminuindo assim a granulometria do produto (CIMSAL, 2022).

Figura 7 - Peneira vibratória



FONTE: SOUTO (2018)

Após esse processo e antes de ser embalado, a depender da finalidade do produto ainda pode receber, através de borrifadas, a adição de aditivos como: iodo e ferrocianeto de sódio. Essa adição é controlada por rotâmetro (*flowmeter*) e por análises realizadas no laboratório da empresa (CIMSAL, 2022).

De forma a atender as especificações de granulometria, o pó ainda contido no sal refinado (proveniente da etapa da moagem) é retirado após passar pelas mangueiras das empacotadeiras sendo sugado através de exaustão. O pó mais úmido é reutilizado e vendido como sal micronizado e o mais leve sai na chaminé. Dependendo da granulometria o sal segue para empacotadeiras diferentes, sendo enfardado e despachado para seu destino final (CIMSAL, 2022).

As Figuras 8A e 8B demonstram as empacotadoras de sal de mesa e churrasco respectivamente.

Figura 7 - Empacotadeiras de sal



FONTE: NORSAL (2021)

Todo o sal produzido passa por um controle de qualidade, realizado por um laboratório preparado, de modo a atender todas as análises químicas e físicas necessárias ao monitoramento

do processo garantindo que o produto final esteja dentro de todas as especificações (NORSAL, 2021).

3.6 CONTROLE DE QUALIDADE DO SAL

Atualmente os brasileiros consomem aproximadamente mais de um milhão de toneladas de sal marinho refinado comum, ressalta-se que aproximadamente 98% deste total é produzido e comercializado no Rio Grande do Norte principalmente nos municípios de Mossoró – RN, Areia Branca e Grossos, principais produtores nacionais (MACHADO, 2019).

O monitoramento da qualidade do sal de cozinha está diretamente ligado ao controle de doenças e de outros distúrbios por deficiências principalmente de iodo, males causados pela ausência de iodo no organismo atingindo pessoas de todas as faixas etárias. A falta de controle na concentração de iodo no sal consumido pela população pode desencadear patologias de grande importância como retardo mental, pois atinge tanto o feto como o recém-nascido, prolongando-se pela fase escolar induzindo o baixo rendimento escolar, a dificuldade de adaptação sociocultural e a incapacidade relativa de trabalho na vida adulta, a cognição que compreende todos os processos mentais que nos permitem reconhecer, aprender, lembrar e conseguir trocar informações no ambiente em que vivemos (NAVES, 2017).

O iodo é um micronutriente essencial para o ser humano que, entre outras funções, regula o crescimento e o desenvolvimento do homem. A insuficiência desse nutriente na alimentação, pode ocasionar o bócio, doença que hipertrofia a glândula tireóide. Esta doença tem como sintoma aparente o aumento de volume do pescoço, popularmente conhecido como papo. No adulto o bócio se caracteriza pela apatia e fadiga, enquanto que nas crianças pode causar problemas de crescimento e deficiência mental. Para que o bócio seja evitado é necessário que o ser humano tenha uma ingestão mínima 0,075 mg/dia (MONILA, 2021).

As populações que habitam em locais próximos do litoral são menos acometidas pelo bócio endêmico, uma vez que são beneficiadas pelo iodo presente no ar. Segundo estudos realizados no país, há regiões onde se verifica um maior potencial de ocorrência do bócio: Centro-

Oeste, principalmente Goiás e Mato Grosso do Sul, oeste da Bahia, nordeste de Minas Gerais e interior do Maranhão (ANVISA, 2019).

Considerando a recomendação da Organização Mundial de Saúde e face ao reconhecimento das autoridades sanitárias do país de que o bócio constitui um problema de saúde pública e, conseqüentemente, influi no desenvolvimento sócio-econômico do país, o Brasil adotou, tal como em outros países, na década de 70, a iodatação do sal como estratégia para prevenir a carência de iodo da população (INMETRO, 2019).

O Ministério da Saúde através da Portaria n° 1.806, de 24 de outubro de 1994, orienta que somente será considerado próprio para o consumo humano o sal com teor igual ou superior a 40mg até o limite máximo de 60mg de iodo por quilograma do produto. Supõe-se que o adulto consome, em média, 6 a 7 gramas de sal diariamente, correspondendo a uma dose de iodo de cerca de 0,35 mg/dia e, portanto, cinco vezes maior do que a exigência normal. Sendo assim, as reservas seriam suficientes para evitar o bócio (INMETRO, 2022).

Segundo Instituto Adolfo Lutz (2008), o sal para o consumo humano pode ser avaliado por meio de ensaios físico-químicos, que além de determinar sua pureza, inclui a determinação de umidade, substâncias insolúveis em água, sulfatos, cálcio e magnésio. A concentração de íons cálcio, magnésio e sulfatos é indicativa da qualidade do sal, pois quanto menor seus teores, mais puro será o sal. Um sal refinado deve conter no máximo 0,07% de cálcio, 0,5% de magnésio e 0,21% de sulfatos. O cloreto de sódio puro não é higroscópico. O que torna o sal úmido é a presença do cloreto de magnésio, cloreto de cálcio e sulfatos de magnésio e cálcio (ANVISA, 2014).

Em relação a qualidade microscópica, é tolerada a presença de areia e fragmentos de conchas até o limite dos insolúveis estabelecidos em seu padrão de identidade e qualidade. A análise microbiológica não é significativa, uma vez que o sal é por excelência um conservador natural. Assim, na análise de sal, as determinações usuais são: granulometria, a perda por dessecação (umidade), substâncias insolúveis em água, teor de iodo, cloretos, turbidez, cálcio, magnésio e sulfatos (ANVISA, 2019).

Há muitos anos o sal é utilizado como veículo para garantir o suprimento adequado de iodo à população, que deve ser obrigatoriamente adicionado na proporção estabelecida pelo Ministério da Saúde. A determinação do iodo no sal destinado ao consumo humano é prática rotineira. As determinações analíticas necessárias para comprovação do padrão de identidade e qualidade do sal podem, eventualmente, incluir pesquisa de outros contaminantes, orgânicos ou minerais, estranhos à sua composição normal segundo a Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA, 2021), o Decreto nº 75.697 / 75 (estabelece os padrões de identidade e qualidade para o sal destinado ao consumo humano), a Portaria nº 1.806 / 94 - Ministério da Saúde (estabelece o teor de iodo necessário para o sal refinado), Código de Defesa do Consumidor (análise da rotulagem) e a Portaria; 259/02 - INPM (estabelece valores quantitativos para o sal).

Considerando-se o impacto do consumo do sal sobre a saúde pública, é imprescindível o monitoramento periódico da qualidade do sal de cozinha disponível para a população, visando assim obter informações de sua adequação quanto aos critérios estabelecidos pela legislação específica atual e as exigências do Código de Proteção e Defesa do Consumidor. Outra importante contribuição alcançada será a maior interação entre instituição de pesquisa e de fomento envolvidas neste projeto, criando assim condições para a realização de futuros projetos com novas parcerias, que atendam melhor as necessidades da atualidade de cada região.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Matéria Prima

A matéria-prima utilizada neste estudo foi o sal marinho refinado (sal de cozinha) comercializado nos municípios de Mossoró e Caraúbas - RN; as amostras foram coletadas em supermercados e mercearias dos municípios, adotando o critério de maior número possível de amostras de diferentes marcas e fabricantes (como podemos observar na figura 9). Após a coleta das amostras estas foram levadas para o Laboratório de química da UFERSA – Campus Caraúbas para processamento e caracterização físico-química, microbiológica e microscópica.

4.2 Preparo das amostras

As amostras foram coletadas em supermercados e mercearias dos municípios de Mossoró e Caraúbas – RN, adotando o critério de maior número possível de diferentes marcas e fabricantes. Foram coletadas 16 amostras de sal marinho refinado comum (sal de cozinha) comercializado nestes municípios, estas amostras foram codificadas com letras distintas (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O e P).

As amostras foram identificadas e preparadas rigorosamente para as análises, através do método de quarteamento, tendo como objetivo de dividir a amostra principal em alíquotas de menor massa para facilitar o manejo da mesma. O sal em estudo foi reduzido a alíquotas suficientes para a determinação dos principais critérios de qualidade determinados conforme estipulado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária –ANVISA, 2020 e o Ministério da Saúde – MS, como podemos observar na Figura 9 abaixo.

Figura 9 - Amostras de sal refinado nos supermercados das cidades de Mossoró e Caraúbas-RN



Fonte: Autoria Própria

4.3 As análises físico-químicas e microbiológicas:

Todos os procedimentos analíticos foram realizados no laboratório de Química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Campus – Caraúbas - RN, de acordo às diretrizes e metodologias recomendadas a seguir: as Normas do Instituto Adolfo Lutz, 2008, conforme estabelecido pela Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA, 2021), o Decreto nº 75.697 / 75 (padrões de identidade e qualidade para o sal destinado ao consumo humano), Portaria nº 1.806 / 94 - Ministério da Saúde (estabelece o teor de iodo necessário para o sal refinado), Código de Defesa do Consumidor (análise da rotulagem) e a Portaria; 259/02 - INPM (estabelece valores quantitativos para o sal de cozinha); Conforme descritos abaixo:

4.3.1. pH

Foi determinado por imersão direta do eletrodo na solução salina à 10%, utilizando-se potenciômetro digital - AZ 8603, previamente calibrado com soluções $4,00 \pm 0,02$, $7,00 \pm 0,02$ e $10,00 \pm 0,02$.

4.3.2. Teor de resíduos insolúveis

A análise de resíduos insolúveis determina a quantidade de impurezas presentes no sal, como partículas de carvão e areia, por exemplo. A quantificação dos resíduos insolúveis é realizada da seguinte forma:

- a) Coloca-se um papel filtro de massa específica igual a $0,48 \text{ g/cm}^3$ e diâmetro igual a 12,5 cm na estufa a 120°C por uma hora;
- b) Coloca-se o papel filtro no dessecador por 10 minutos e então pesa-se o mesmo;
- c) Pesa-se 50 g de sal e dissolve-se com água destilada, sob agitação magnética durante 20 minutos;
- d) Coloca-se o papel filtro em um funil de buchner, acoplado em um kitassato e em seguida realiza-se a filtração à vácuo da solução salina, com o auxílio de uma bomba;
- e) Lava-se o papel filtro e o insolúvel com água destilada até que o filtrado não apresente mais reação de íon cloreto;

- f) Coloca-se o papel filtro com resíduos na estufa a 110 °C por duas horas;
- g) Coloca-se o papel filtro com resíduos no dessecador durante 10 minutos, posteriormente realiza-se a pesagem do papel e anota-se o valor obtido.

A determinação do percentual de resíduos insolúveis é realizada a partir da Equação 01.

$$\%RI = \frac{m_{pa} - m_p}{m_a} \cdot 100$$

Equação 01.

Onde:

- $\%RI$ é o percentual de resíduos insolúveis;
- m_{pa} é a massa do papel filtro com a amostra [g];
- m_p é a massa do papel filtro seco [g];
- m_a é a massa da amostra [g].

4.3.3. Teor de umidade

O Teor de umidade foi determinado, colocando 5 g da amostra em cápsula de porcelana ou de metal, previamente tarada. Leve a estufa à 105 °C. Aqueça durante 4 horas, em seguida resfrie em dessecador. Repetindo o processo até obter peso constante para pesagem.

A umidade também é um importante indicador de pureza do sal, estando relacionada com a quantidade de sais higroscópicos presentes na composição do sal.

A determinação da umidade é realizada da seguinte forma:

- a) Coloca-se um cadinho na estufa a 120 °C por uma hora;
- b) Retira-se o cadinho da estufa e coloca-o em um dessecador por 10 minutos;
- c) Pesa-se o cadinho e anota-se a massa;
- d) Tara-se a balança com o cadinho e pesa-se 10 g de sal. Anota-se exatamente a quantidade de sal pesada.
- e) Coloca-se o cadinho na estufa;
- f) Após duas horas, retira-se o cadinho e coloca-se no dessecador por 10 minutos;
- g) Pesa-se o cadinho com o sal e anota-se o valor obtido.

O percentual de umidade é obtido a partir da Equação 02.

$$\%U = \frac{m_{\text{cadinho}} + m_{\text{amostra}} - m_{\text{final}}}{m_{\text{amostra}}} \cdot 100$$

Equação 02.

onde,

$\%U$ é o percentual de umidade;

m_{cadinho} é a massa do cadinho vazio [g];

m_{amostra} é a massa da amostra [g];

m_{final} é a massa do cadinho e da amostra seca [g].

4.3.4. Teor de cálcio

O teor de cálcio foi determinado pesando-se 5 g da amostra e transfira para um béquer de 400 mL, com auxílio de 25 mL de água destilada, agite até a completa solubilização, acrescido 5 mL de hidróxido de sódio a 20% e uma pequena quantidade do indicador calcon (ácido calconcarboxílico), suficiente para a mistura apresentar coloração rosada. A solução é então titulada lentamente com EDTA (etilenodiaminotetracético) 0,01M até a viragem de cor para o azul.

Para determinação da Cálcio foi utilizado o método clássico de volumetria de complexação utilizando o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético). Com base na quantidade de EDTA 0,01M gasto para titulação é calculado o teor de cálcio no sal, a partir da Equação 03 (MARTELLI, 2014).

$$\text{Cálcio (mg.l}^{-1}\text{)} = \frac{V_{\text{gasto de EDTA}} \cdot f_{\text{Ca}} \cdot 1000}{\text{volume amostra}}$$

Equação 03.

Onde: f_{Ca} = molaridade do EDTA . MM Ca

4.3.5. Teor de cloretos

A determinação de cloreto foi realizada pelo método de Mohr, que se baseia em titular o nitrato de prata com solução-padrão de cloreto de sódio, usando solução de cromato de potássio como indicador. No método de Mohr, os íons cloreto são titulados com solução padronizada de nitrato de prata (AgNO_3), na presença de cromato de potássio (K_2CrO_4) como indicador. O ponto final da titulação é identificado quando todos os íons Ag^+ tiverem se depositado sob a forma de AgCl , logo em seguida haverá a precipitação de cromato de prata (Ag_2CrO_4) de coloração marrom avermelhada, pois, o cromato de prata é mais solúvel que o cloreto de prata (USP, 2018).

São transferidos 20 g de sal para um balão volumétrico de fundo chato de 200 ml e preenchido até o menisco com água destilada. Dessa diluição são retirados 10 ml, inseridos em um erlenmeyer, seguido da adição de 50 ml de água destilada, 5 gotas de cromato de potássio a 5% e então titulado com nitrato de prata (AgNO_3) 0,1N até a viragem da cor amarela para o marrom-avermelhado. Anota-se o volume de nitrato gasto na titulação.

Calcula-se o percentual de cloreto através da Equação 04.

$$\text{Cloreto} = \frac{\text{Volume de AgNO}_3(\text{mL}) \cdot \text{concentração de AgNO}_3(\text{mol.L}^{-1}) \cdot 35,45}{\text{Volume da amostra em (mL)}} \quad \text{Equação 04.}$$

Onde:

35,45 - Corresponde à massa molar do Cloreto

4.3.6. Dureza total

Para determinação da dureza foi utilizado o método clássico de volumetria de complexação utilizando o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético). O volume utilizado na titulação foi utilizado na equação 05 (FUNASA, 2009), para determinação dos resultados.

$$\text{DT (mg.l}^{-1}\text{)} = \frac{V_{\text{gasto de EDTA}} \cdot f_{\text{Ca}} \cdot 1000}{\text{volume amostra}} \quad \text{Equação 05.}$$

Onde: f_{Ca} = molaridade do EDTA . MM CaCO_3

4.3.7. Teor de iodo

O teor de iodo foi determinado da seguinte forma:

- Pesa-se 10 g de sal e transfere-as para um erlenmeyer de 500 ml;
- Adiciona-se 200 ml de água destilada ao erlenmeyer e agita-se o mesmo, até a total dissolução do sal;
- Adiciona-se 5 ml de ácido sulfúrico 1 M, 2 ml da solução de iodeto de potássio a 10% e 2 ml de amido a 1%. Ao adicionar o iodeto de potássio a solução fica amarela e ao adicionar o amido, o indicador, a solução fica com uma coloração azul intensa;
- Realiza-se a titulação com tiossulfato de sódio a 0,005 M, sob agitação constante, até que a solução passe de azul para incolor;
- Por fim, anota-se o volume gasto da solução de tiossulfato de sódio ($V_{Na_2S_2O_3}$) de sódio a 0,005 M e calcula-se o teor de iodo presente na solução.

A relação entre o volume de tiossulfato de sódio gasto na titulação e a massa de iodo presente na solução é de 10,58. Logo, a quantidade de iodo presente na amostra é determinada a partir da Equação 06:

$$I(\text{ppm}) = V_{\text{TIO}} * FC_{\text{TIO}} * 10,58 \quad \text{Equação 06.}$$

onde,

V_{TIO} - Corresponde ao volume de tiossulfato de sódio 0,005N gasto até a viragem de cor;

FC_{TIO} - Corresponde ao fator de correção da solução de tiossulfato de sódio 0,005N.

4.3.8. Teor de magnésio

O teor de magnésio também é um indicador da pureza do sal, sendo encontrado sob a forma de cloretos ou sulfatos, assim como o cálcio. Quanto menor o teor de magnésio, maior é a pureza do sal.

A análise para a determinação do teor de magnésio é realizada da seguinte forma:

- Pesa-se 25 g de sal e dissolve-se com água destilada;
- Transfere-se a solução para um balão volumétrico de 250 ml e completa-se o mesmo com água destilada até o menisco, obtendo-se uma solução de NaCl a 10%;

- c) Transfere-se 10 ml da solução de NaCl para um erlenmeyer de 250 ml e adiciona-se 25 ml de água destilada, 10 ml da solução tampão com pH 10 (solução de hidróxido de amônio 0,01 M) e uma pequena quantidade do indicador negro de eriocromo T, obtendo-se uma coloração rosa;
- d) Realiza-se a titulação com EDTA 0,01 M, sob agitação constante, até que a solução adquira uma coloração azul;
- e) Anota-se o volume gasto da solução de EDTA (V_{EDTA}) e calcula-se o teor de magnésio presente na solução.

A determinação do percentual de magnésio na amostra é realizada a partir da Equação 07.

$$\%Mg^{2+} \left(\frac{g}{L} \right) = (V_{gasto\ EDTA(Ca+Mg)} - V_{gasto\ EDTA(Ca)}) \times f_{EDTA} \times 0,02432$$

Equação 07.

onde,

$V_{gasto\ EDTA(Ca+Mg)}$ = Volume de EDTA gasto da titulação para o cálcio e magnésio

$V_{gasto\ EDTA(Ca)}$ = Volume de EDTA gasto na titulação do cálcio;

f_{EDTA} = Fator de correção da solução de EDTA

$\%Mg^{2+}$ é o percentual de magnésio [% magnésio/100 g de sal];

0,02432 - Corresponde ao miliequivalente grama do magnésio

4.3.9. Teor de Sulfatos

O teor de sulfatos presente no sal depende das quantidades de cálcio e magnésio encontradas no mesmo. A determinação do percentual de sulfato na amostra é realizada a partir da Equação 08:

$$\%SO_4^{2-} = (\%Ca^{2+} \cdot 2,4) + (\%Mg^{2+} \cdot 1,4)$$

Equação 08.

onde,

$\%SO_4^{2-}$ é o percentual de sulfato [% sulfato/100 g de sal];

$\%Ca^{2+}$ é o percentual de cálcio [% cálcio/100 g de sal];

2,4 É o FC -Fator de correção da solução Ca;

$\%Mg^{2+}$ é o percentual de magnésio [% magnésio/100 g de sal].

1,4 É o Fc - Fator de correção da solução Mg;

4.3.10. Ferrocianeto de Sódio

O ferrocianeto de sódio que funciona como antiemético. O método utilizado para determinação da concentração de ferrocianeto numa solução salina é a foto colorimetria. Nesse método usa como “branco” uma solução de NaCl a 20%

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

Pesa-se 20 g NaCl PA e dilui-se em 80mL de água destilada;

Coloca-se sob agitação magnética por 5 minutos;

Transfere-se a solução para um balão volumétrico de 100mL e adiciona-se 5 ml de solução indicadora de sulfato ferroso. Aguarda até que a solução mudar de coloração (incolor para verde); Faz-se a medida da absorbância da solução com ferrocianeto de sódio e calcula sua concentração, em ppm, conforme equação 09.

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

Equação 09.

4.3.11. Análise microscópica

A técnica de análise de matérias macroscópicas e microscópicas foi realizada nos produtos em busca de possíveis adulteração. As amostras de sal marinho refinado foram analisadas através do método de filtração de sujidades baseado na metodologia da *Official Methods of Analysis* (AOAC) de 2019, que foi ajustada e consiste em diluir a amostra em água aquecida, ferver e filtrar de imediato através de papel filtro em um funil de Buchner, como recomendado pela ANVISA (2021) e o Código de Defesa do Consumidor.

Logo em seguida, as amostras foram visualizadas sob estereoscópio óptico.

4.4 Análise Microbiológica

Para a análise dos parâmetros microbiológicos: coliformes totais (*Enterobacter cloacae*) e coliformes termotolerantes (*E. coli*) seguiu-se a metodologia própria do Kit Básico Alfakit® (código 2693), todas as análises foram realizadas em triplicatas, a partir, de uma única coleta. A análise foi realizada a partir de cartelas prontas com o meio de cultura em forma de gel desidratado que é capaz de detectar e quantificar a presença de coliformes totais e termotolerantes (Meio cromogênio em *DIP SLIDE* em papel – *Colipaper* – concentração mínima detectável 80 UFC/100 ml – Meio rastreado à cepa bacteriana *Escherichia coli* para coliformes termotolerantes e *Enterobacter cloacae* para coliformes totais), conforme RDC nº 331 de 2019, do Ministério da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2019).

As cartelas do Kit Básico Alfakit® (código 2693) foram colocadas em contato com a solução salina por 5 minutos, retiradas e levadas para estufa a 38°C por 24 horas. A leitura foi realizada conforme orientações do fabricante; onde foi utilizado o contador de colônias, os pontos vermelhos, azuis e violeta, na cartela, representavam coliformes totais e pontos azuis e violetas, na cartela, representavam coliformes termotolerantes. Para expressar o valor de UFC (Unidade Formadora de Colônia) multiplicou-se o fator de correlação (80) pelo valor encontrado em cada cartela.

4.5 Análise da Rotulagem

Para a avaliação da rotulagem das amostras de sal marinho refinado, foram seguidas as instruções normativas específicas descritas conforme recomendando segundo a RDC nº 259/2002 e o estudo de Smith e Muradian, 2010; para a análise da rotulagem; De acordo com os padrões estabelecidos as amostras foram classificadas em conformes e não conforme segundo a legislação vigente.

4.6 Análise Estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde as 16 marcas de sal, foram divididas em fração de menor massa. As marcas, todas com três repetições para cada parâmetro analisado. Cada parcela experimental foi constituída por 1 Kg de amostra de sal marinho refinado. Os dados foram analisados utilizando-se o programa Sistema para Análise de Variância (SISVAR), da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2014) onde as médias comparadas através do teste de Tukey (5%) de probabilidade.

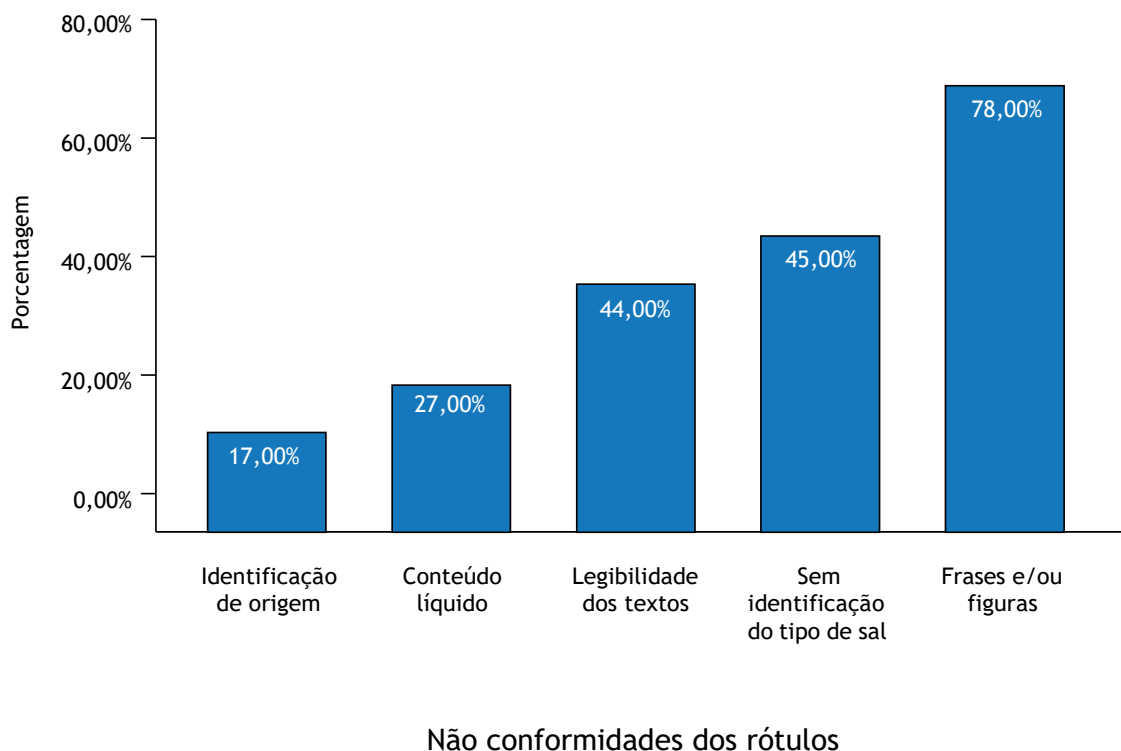
Toda as amostras foram caracterizadas segundo os padrões de qualidade físico-químicos e microbiológicos, em termos de rotulagem, características microscópicas, teor de umidade, teor de resíduo insolúveis, teor de cálcio, teor de magnésio, teor de sulfatos, teor de cloreto de sódio, teor de dureza, teor de iodo, teor de ferrocianeto de sódio e pH; Com base nas Normas do Instituto Adolfo Lutz, 2008, conforme estabelece a Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA, 2021), o Decreto nº 75.697 / 75 (padrões de identidade e qualidade para o sal destinado ao consumo humano), Portaria nº 1.806 / 94 - Ministério da Saúde (estabelece o teor de iodo necessário para o sal refinado), Código de Defesa do Consumidor (análise da rotulagem) e a Portaria; 259/2002, Rotulagem – RDC nº 360, de 23 de dezembro 2003, Isenção da obrigatoriedade de registro sanitário do sal de cozinha – RDC nº 27, de 6 de agosto de 2010, Boas práticas de fabricação para estabelecimentos beneficiadores do sal de cozinha – RDC nº 28/2000, Teor de iodo no sal de cozinha – RDC nº 23/2013, Aditivos – Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997, Aditivos – RDC nº 45 e 46 de 3 de novembro de 2010 (estabelece valores quantitativos para o sal de cozinha).

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise de Rotulagem

Para a avaliação da rotulagem das amostras de sal marinho refinado, foram seguidas as instruções normativas específicas descritas conforme recomendando segundo a RDC nº 259/2002 e o estudo de Smith e Muradian, 2010; para a análise da rotulagem; De acordo com os padrões estabelecidos as amostras foram classificadas em conformes e não conforme segundo a legislação vigente.

Entre os itens avaliados, os que mais se destacaram pelo número de não conformidades foram a presença de frases, figuras, símbolos, ilustrações e/ou desenhos que poderia induzir o consumidor à compra e a não indicação do tipo de sal, respectivamente em 78,00% das amostras selecionadas; Outros itens indicativos de não conformidades foram a não apresentação da identificação de origem cerca de 17% das amostras apresentou esta não conformidade, o conteúdo líquido expresso de forma inadequada cerca de 27% das amostras, a legibilidade e a data de fabricação aproximadamente 44% e a falta de identificação do tipo de sal 45% das marcas analisadas, conforme **figura 10** abaixo:

Figura 10 - Avaliação da rotulagem das amostras de sal marinho refinado

5.2 Padrões de Identidade e Qualidade do Sal – (PIQ).

Os resultados referentes ao Padrão de Identidade e Qualidade do Sal – (PIQ), teor de umidade, teor de resíduo insolúveis, teor de cálcio, teor de magnésio, teor de sulfatos, teor de cloreto de sódio, teor de dureza, teor de iodo, teor de ferrocianeto de sódio, pH, análise microscópica e microbiológicas das amostras analisadas estão dispostas nas Tabelas 3 e 4 abaixo:

Ressalta-se que os parâmetros físico-químicos foram comparados com os padrões estabelecido pela legislação brasileira vigente, Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011, através da Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005 e Resolução CONAMA nº 396 de 2008. Alguns parâmetros analisados foram discutidos com base em legislação internacional por não serem contemplados pela legislação nacional.

Tabela 3 - Padrão de Identidade e Qualidade do Sal - (PIQ), parâmetros físico-químicos analisados.

Amostras Marca	pH	Umidade (% massa)	Resíduo Insolúveis (% massa)	Cálcio (mg/l)	Magnésio (% massa)	Sulfatos (% massa)
A	7,01a	0,078c	0,073c	0,053b	0,021b	0,156c
B	5,90d	0,072c	0,018 ^a	0,057b	0,028b	0,176c
C	5,35e	0,068c	0,071c	0,063b	0,029b	0,191c
D	5,96d	0,064c	0,051c	0,043c	0,022b	0,134d
E	6,90b	0,048d	0,047d	0,039c	0,017b	0,117d
F	6,88b	0,056c	0,041d	0,063b	0,031b	0,194c
G	5,99	0,047d	0,037d	0,045c	0,021b	0,137d
H	6,49c	0,036d	0,057c	0,056b	0,016b	0,156c
I	5,44e	0,046d	0,093c	0,044c	0,022b	0,136d
J	5,31e	2,460a*	1,072a*	0,181a*	0,096a*	0,568a*
K	5,87d	0,046d	0,087c	0,015a	0,007c	0,045f
L	7,03a	0,190b	0,090c	0,023c	0,011b	0,070e
M	6,51b	0,174b	0,083c	0,033c	0,027b	0,119d
N	6,44c	0,074c	0,078c	0,045c	0,023b	0,140d
O	5,60d	1,87b	0,130b*	0,074b*	0,033b	0,223b*
P	5,77d	0,087c	0,039d	0,026c	0,013b	0,080e
Média	6,15	0,329	0,315	0,051	0,026	0,1655
PIQ	Mín.	-	-	-	-	0,040
	Máx	2,00	0,100	0,070	0,050	0,210

Médias seguidas por letra distintas, minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
Valores médios em triplicata.

* Valores em desacordo com a legislação, Padrões de Identidade e Qualidade do Sal – (PIQ).

Tabela 4 - Padrão de Identidade e Qualidade do Sal - (PIQ), parâmetros físico-químicos analisados, microbiológicos e microscópicos.

Amostras Marca	Dureza Total (mg/l)	Iodo (mg/Kg)	Ferrocianeto de sódio (mg/Kg)	Cloreto Sódio (BU) (g/100g)	Análise Microbiológica	Análise Microscopia
A	0,078a	26,07d	4,79e	98,04d	Conforme	Conforme
B	0,072a	57,18a	4,61e	99,03b	Conforme	Conforme
C	0,068b	27,71d	4,63e	97,55a	Conforme	Conforme
D	0,063b	32,71c	7,39b	98,02a	Conforme	Conforme
E	0,076a	20,10d	6,57c	98,81c	Conforme	Conforme
F	0,066b	27,21d	5,98d	99,00b	Conforme	Conforme
G	0,063b	44,30b	6,65c	99,39b	Conforme	Conforme
H	0,069b	55,43a	7,79 ^a	98,74c	Conforme	Conforme
I	0,072a	29,22d	6,87c	99,12b	Conforme	Conforme
J	0,056c	00,00e*	0,00*f	94,01a*	Conforme	Não Conforme
K	0,069b	28,81d	7,05 ^a	99,55a	Conforme	Conforme
L	0,065b	37,10c	7,88 ^a	99,44b	Conforme	Conforme
M	0,071a	42,30b	6,88c	98,71c	Conforme	Conforme
N	0,070a	52,06a	7,33b	98,01d	Conforme	Conforme
O	0,061b	00,00e*	0,00a	96,71e*	Conforme	Não Conforme
P	0,068b	35,21c	6,67c	96,99e	Conforme	Conforme
Média	0,065	32,91	5,83	92,35		
PIQ	Mín.	20,0-	-	96,96-		
	Máx	60,0	20,00	-		

Médias seguidas por letra distintas, minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Valores médios em triplicata.

* Valores em desacordo com a legislação, Padrões de Identidade e Qualidade do Sal – (PIQ).

Conforme apresentado na Tabela 3, é possível evidenciar que, dentre os 16 tipos de sal refinado marinho analisados, apenas uma amostra (amostra J) estava fora do padrão de umidade considerada pela legislação brasileira, resultado este acima de 0,20% máximo permitido pela legislação, demonstrando assim a não conformidade da mesma quanto a este requisito, verifica-se que tal discrepâncias com o Decreto vigente, pode ser possivelmente justificado pelo mau armazenamento do produto, falhas no processo produtivo ou pelo baixo teor de pureza.

Ressalta-se que a mesma amostra (J), apresentou teor de cloretos (Tabela 4) fora do parâmetro aceitáveis, demonstrando valor menor que 96,96%, mínimo estabelecido para sal marinho refinado comum de cozinha.

Os demais sais analisados obtiveram resultados admissíveis, com valores acima do preconizado pela legislação de 96,96% mínimo de cloretos. Contudo, vale ressaltar que as amostras analisadas são classificadas como sal marinho, o que, de acordo com o Inmetro, deveria ser composto por mais de 99,00% de cloretos, indicando assim sua pureza elevada e qualidade devido a sua origem.

Aos teores de cálcio, magnésio e sulfato das 16 amostras de sal marinho refinado analisadas, apenas as amostras (J e O) apresentaram valores acima dos parâmetros estabelecidos pelo Decreto nº 75.697/1975 para sais marinhos refinados; A amostra J demonstrou teores de cálcio, magnésio e sulfato acima de todos os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente de qualidade, já a amostra de sal (O), apenas o teor de magnésio se mostrou conforme o limite de 0,050%.

É importante salientar que essas análises são indicativas da qualidade do sal, ou seja, quanto maior a concentração de cálcio, magnésio e sulfato menor a pureza do sal marinho refinado.

A investigação microscópica do sal marinho refinado, procura avaliar se o tamanho de grão do sal refinado está de acordo com o definido na legislação específica, bem como, a existência de sujidades, microorganismos patogênicos e outras impurezas capazes de provocar alterações do alimento. Este tipo de ensaio é de fundamental importância para a identificação de possíveis fraudes nos alimentos; Apesar da RDC nº 14, de 28 de março de 2014, considera para alimentos em geral um limite máximo de cinco ácaros mortos, o Decreto nº 75.697/1975 estabelece como critério de qualidade do sal marinho refinado a isenção total de sujidade, microrganismos patogênicos e outras impurezas que indiquem emprego de uma tecnologia inadequada para consumo humano; Por essa razão, também foi realizada a análise de Resíduo Insolúveis em água e em seguida a observação microscópica das amostras para verificação dessas características descritas acima.

De acordo com os dados da Tabela 3, dentre os 16 tipos de sais analisados, duas amostras (J e O) apresentaram teores de resíduo insolúveis acima dos parâmetros estabelecidos pelo Decreto nº 75.697/1975, valores estes muito maiores do que o esperado de resíduo insolúveis máximo de 0,10% para sais marinhos refinados. Possivelmente, em decorrência da presença de impurezas que não foram retiradas no processo de refino.

Através da avaliação microscópica foi constatada a presença de sujidades na maioria das amostras de sal marinho refinado, onde 87,5% apesar de apresentarem algum tipo de sujidade foram consideradas conformes, já 12,5% das amostras de sal demonstraram-se não conforme, apresentando sujidades como: areia, partes de insetos, borracha, tecidos vegetais, pelo humano e plástico, principalmente nas amostras (J e O) apresentando-se assim como não conformes, segundo os critérios de identidade e qualidade do sal marinho refinado estabelecidos pela legislação vigente, apresentado na Figura 13.

Ressalta-se que a amostra (J) apresentou teores de Resíduo Insolúveis muito acima dos parâmetros máximos estabelecidos pelo Decreto nº 75.697/1975 para sais marinhos refinados, o que pode ser considerado como indícios de fraudes ou misturas não conformes e não recomendadas como o sal de lagoa, comumente conhecidos, a presença de excesso de impurezas nesse produto, pode também ser devido a prática inadequada de fabricação e ou armazenamento.

Figura 11 - Avaliação microscópica das amostras de sal marinho refinado.



Fonte: Autoria Própria

Dentre os sais analisados, duas marcas distintas de sal, amostras (J e O) apresentaram teores de iodo e ferrocianeto de sódio (antiumectante) abaixo do recomendado pela RDC nº 23/2013 e pelo Decreto nº 75.697/1975, que estabelece valores entre 20 a 60 mg/kg de iodo e no máximo 20,00 mg/kg de ferrocianeto de sódio para sais marinhos refinados. A presença de elementos como Al, Si e Fe, no sal de cozinha, deve-se a substâncias antiumectantes como ferrocianeto de sódio, alumínio e silicato de sódio, adicionadas ao sal para reduzir a absorção da umidade do ar (PEREIRA et al., 2020).

Ao considerar a ingestão em longo prazo, tanto a deficiência quanto o excesso de iodo no organismo humano podem levar a casos de doenças na tireoide. Logo, como medida de saúde pública, a não conformidade dessas amostras é considerada grave por colocar em risco a saúde

dos consumidores e contrariar as diretrizes da Política Nacional de Alimentação e Nutrição, do Ministério da Saúde.

Os teores de pH e dureza total demonstraram-se dentro da normalidade segundo os padrões de identidade e qualidade do sal marinho refinado, apresentando teores médios de pH 6,15 e dureza total de 0,065 mg/l.

A dureza é a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions frequentemente associados à dureza são cálcio e magnésio (Ca^{2+} , Mg^{2+}), e em menor escala ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}) e alumínio (Al^{3+}). Segundo a UNEP (2008); De acordo com a legislação (Brasil, 2006), a toxicidade é inversamente proporcional ao grau de dureza da água, que tem efeito de reduzir a toxicidade de alguns metais como cobre, zinco, chumbo, etc. (USEPA, 2015).

5.3 Análises Microbiológicas

A avaliação dos resultados foi comparada aos padrões microbiológicos de referência, descritos e estabelecidos pela legislação brasileira vigente, digo, Portaria 518/04 e a RDC nº 331 de 2019, do Ministério da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2019).

Dentre as 16 amostras de sal refinado marinho analisados, nenhuma apresentou não conformidade quanto a este padrão de qualidade, os resultados não apresentaram crescimento mínimo de colônias, apesar de detectadas presenças de coliformes em algumas amostras, os resultados obtidos permanecem dentro do limite estipulado pela legislação.

5.4 Análises Estatísticas

De acordo com a análise estatística das características físico-químicas das amostras de sal marinho refinado dos municípios de Mossoró e Caraúbas – RN estudadas, todas as amostras apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade,

denotando-se a influência direta do produto de diferentes marcas como principal fator deste resultado.

6 - CONCLUSÃO

Com base nos resultados podemos concluir que:

Os resultados evidenciaram que há problemas em termos de qualidade nas marcas de sal marinho refinado analisadas disponíveis no mercado de Mossoró e Caraúbas-RN; Dentre as 16 marcas de sal marinho avaliadas, 2 marcas foram consideradas não conformes em praticamente todos os quesitos analisados. Indicando assim falhas graves no processo produtivo e ou fraude do produto.

A presença de matérias estranhas detectadas em algumas amostras, demonstra falhas e inadequações no processo de beneficiamento do sal marinho refinado, quanto as Boas Práticas de Fabricação, sendo estas consideradas prejudiciais à saúde humana segundo a RDC 14/2014. Os resultados insatisfatório nas análises de rotulagem, são necessárias medidas corretivas visando uma melhor adequação do produto às legislações vigentes.

O teor de iodo fora do padrão de referência da ANVISA, demonstra a deficiência no controle da dosagem por parte de algumas empresas; A análise do teor de iodo apresentou resultados preocupantes. Pois compromete a política nacional para erradicação das doenças como bócio endêmico, provocadas pela ausência desse mineral na dieta.

Portanto é essencial a continuidade dos programas de monitoramento de qualidade do sal marinho refinado de cozinha, com atualização periódica do **Padrão de Identidade e Qualidade do Sal – PIQ**, para consumo humano, assim como a ações da vigilância sanitária e órgãos fiscalizadores junto aos produtores no sentido de se obter um produto final de boa qualidade e preservar a saúde da população consumidora.

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: 22 Maio 2022.

ALBUQUERQUE JÚNIOR, Edmilson Barros de. **RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO DESENVOLVIDO NA EMPRESA SALINOR? SALINAS DO NORDESTE S/A**. 2018. 38 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Química, Centro de Engenharias, Universidade Federal Rural do SemiÁrido, Mossoró, 2018.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Relatório do monitoramento do teor de iodo no sal destinado a consumo humano**: 2019. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária; 2020.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde - ANVISA. **Normas e padrões para alimentos**. Resolução – CNNPA nº. 12, 1998. São Paulo/SP.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Resolução RDC Nº 259**, de 20 de setembro de 2002. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados. Diário Oficial União. 23 set 2002.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – . **Relatório do monitoramento do teor de iodo no sal** destinado a consumo humano: 2019. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária; 2020.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Portaria Nº 540, de 27 de outubro de 1997**. Aprova o regulamento técnico: aditivos alimentares: definições, classificação e emprego. Diário Oficial União. 28 out 1997.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Resolução RDC Nº 45, de 3 de novembro de 2010**. Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as boas práticas de fabricação (BPF). Diário Oficial União. 5 nov de 2010.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Resolução RDC Nº 46, de 3 novembro de 2010**. Dispõe sobre limites máximos para aditivos excluídos da lista de aditivos alimentares autorizados para uso segundo as boas práticas de fabricação (BPF). Diário Oficial União. 4 nov 2010.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Resolução RDC Nº 360, 23 de dezembro de 2003**. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial União. 26 dez 2003.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Resolução RDC Nº 27, de 6 de agosto de 2010**. Dispõe sobre as categorias de alimentos e embalagens isentos e com obrigatoriedade de registro sanitário. Diário Oficial União. 7 ago 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Informes Técnicos Institucionais. **Revista de Saúde Pública**. v. 34, p. 611 – 612, 2014.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Resolução RDC Nº 14, de 28 de março de 2014**. Dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências. Diário Oficial União. 31 mar 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução nº 23, de 24 de abril de 2013**. Dispõe sobre o teor de iodo no sal destinado ao consumo humano e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 abril de 2013. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/res0023_23_04_2013.html>. Acesso em: 17 Set. 2021.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Relatório do monitoramento do teor de iodo no sal destinado a consumo humano: 2020**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária; 2020.

Association of Official Agricultural Chemists International – AOAC **International. Official methods of analysis**. 21a ed. Rockville: Association of Official Agricultural Chemists International; 2019.

BARBOSA, I. B. E; TESHIMA, Elisa. PERFIL DE CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ESPECIARIAS. **Periódicos UEFS**, Feira de Santana, v. 1, n. 1, p. 1-4, 2017. Disponível em: periodicos.uefs.br. Acesso em: 6 ago. 2020.

BRASIL. 2019. **RDC n. 331. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/4660474/RDC_331_2019_COMP.pdf/c9282210-371f-4fb6-b343-7622ca9ec493>. Acesso em: 05 de agosto de 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – **RDC nº 28, de 28 de março de 2000. Regulamento Técnico de Procedimentos Básicos de Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Beneficiadores de Sal destinados ao consumo humano**. Disponível em: <http://189.28.128.100/nutricao/docs/legislacao/resolucaordc_28.pdf>. Acesso em 13/03/2022.

Brasil. **Lei Nº 8.078, de 11 de setembro de 1990**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Diário Oficial União. 12 set 1990.

Brasil. **Decreto N° 75.697, de 6 de maio de 1975**. Aprova padrões de identidade e qualidade para o sal destinado ao consumo humano. Diário Oficial União. 7 maio 1975.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 130, de 26 de maio de 2003. Teor de iodo no sal para consumo**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 14/03/2022.

BURTON, B. T. **Manual de nutrição na saúde e na doença**. 3ª Ed. Bisord. São Paulo: 2017.

CAMPUS, M.V. Brasileiros consomem sal de cozinha além do limite. **Revista vigor - movimento e saúde**. Publicada em 31 de agosto de 2017. Disponível em: www.revistavigor.com.br. Acesso em 15 de abril de 2018.

CIMSAL. Disponível em: <<http://www.cimsal.com.br/qualidade.html>>. Acesso em: Acesso em: 28 Março 2022.

CISNE. Disponível em: <<http://www.salcisne.com.br/conhecimentos-reais.php.html>>. Acesso em: 05 Maio 2022.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução do Conama: N° 357 de 17/03/2005 e Resolução CONAMA nº 396 de 2008/** Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2008. 1126 p.

DUARTE, Glaucia C et al. Avaliação ultra-sonográfica da tireóide e determinação da iodúria em escolares de diferentes regiões do Estado de São Paulo. **Arq. bras. endocrinol. Metab**, 2014.

ECYCLE. **Sal: origem, importância e tipos**. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/62-alimentos/3783-sal-origem-importancia-tipos-cozinha-refinado-light-marinho-flor-rosa-do-himalaia-kosher-de-bambucoreano-rocha-conservante-texturizador-aglutinador-controlador-de-fermentacao-desenvolvimento-cor-vital.html>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

FEMENICK, T. O sal nosso de cada dia IV: Pesadelos e sonhos portuários. **Gazeta do Oeste**, Mossoró, 14 out. 2013. Disponível em. Acesso em: 12 mar. 2018.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar.exe: sistema de análise de variância**. Versão 3.04. Lavras: UFLA, 2014.

FUNASA. **Proteção sanitária das cisternas utilizando na preservação de águas pluviais para uso domiciliar: aspectos técnicos e educacionais**. 1º Relatório parcial de atividades. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

INÁCIO, M.R.C., et al. **Determinação dos Parâmetros de Qualidade no Sal para o Consumo Humano**. UFRN, 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 6ª ed. São Paulo. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1, p.553, 2008.

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro. **Informação ao consumidor: sal para consumo humano**. Brasília: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial; 2014[acesso 16 dez 2019]. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/sal2.asp>

INMETRO. **Sal para consumo humano**. Disponível <http://portalweb01.saude.gov.br/alimentacao/noticia_iodo.cfm> - Acesso em: 09/01/2022.

Insumos. O sal e seus substitutos. **Aditivos & Ingredientes**. 2018[acesso 10 nov 2018]. Disponível em: http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/246.pdf

KINDLEIN, L. A.A. VENCATO, V.S. NICKEL, M.A.S. SILVA, G.P. BERGMANN, C.A.M. AVANCINI -SALT AND CRUDE PLANT EXTRACTS AS PRESERVATIVES IN A MEAT MODEL SYSTEM (GROUND PORK SHOULDER). **Revista Caatinga**, v. 33, p. 562-570, 2020

LEITE, Patrícia. **Antiumectante faz mal?** 2018. Disponível em: <<https://www.mundoboaforma.com.br/antiumectante-faz-mal/>>. Acesso em: 02 jul.

MACHADO, A. V., FILHO, J. E. S. AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DO SAL MARINHO REFINADO PARA CONSUMO HUMANO COMERCIALIZADO NO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS – RN, In: **XXV Seminário de Iniciação Científica (SEMIC)**, Mossoró 2019.

Martelli A. **Redução das concentrações de cloreto de sódio na alimentação visando a homeostase da pressão arterial**. Rev Eletr Ges Ed Tec Amb. 2014;18(1):428-36. <http://doi.org/10.5902/2236117012486>

MENDES, Alexandra, et al. Produção de Sal: Relatório do Projeto FEUP. 2012. 28 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Engenharia Química, Universidade do Porto, Porto, 2012.

MENESES, P.S.R; OLIVEIRA, F.C. Análise do índice de iodo em amostras de sal moído comercializado na cidade de teresina-pi. **Associação Brasileira de Química-RN**, 2017.

MOLINA, D. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Consulta pública propõe redução dos teores de iodo no sal**. ANVISA, 2021.

NAVES, M. M. V.; FERNANDES, D. C. Fortificação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 27, n.1, p.99-103, jan./mar.2017.

NORSAL. **O Sal**. Disponível em: <http://www.norsal.com.br/main.php?g_ct=sal>. Acesso em: 30 jul. 2021.

PENHA FILHO, J. **A mecanização das salinas em Mossoró, Areia Branca e Macau**. Terra e Sal, Mossoró, ano 1, n.1, p.31-38, set.-nov. 2012.

REFIMOSAL, 2019. Disponível em: < <http://refimosal.com.br/sal.php>>. Acesso em: 22 jul. 2019

SANTANA, L.T.D.; REGES, I.S. Avaliação da qualidade do sal e tempero comercializados no estado do Tocantins, tomando como base o Programa Pró-Iodo. In: **IV Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Foz do Iguaçu, 2015. Disponível em:<<http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10298.pdf>>. Acessado em: 08 abril 2018.

0

SILVA, H. M. G. et al. Determinação dos parâmetros de qualidade do sal de cozinha consumido na cidade de Zé Doca-MA. In: **Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2010**, Maceió, Anais. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas,[acesso 12 Out 2021]. Disponível em: <http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1460/555>

SOUTO, R. O.; **ANÁLISES DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO SAL REFINADO PRODUZIDO PELA REFIMOSAL (REFINAÇÃO E MOAGEM DE SAL SANTA HELENA LTDA)**. 2018. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

Smith ACL, Muradian LBA. **Rotulagem de alimentos: avaliação da conformidade frente à legislação e propostas para sua melhoria** [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.

SUBSTITUIÇÃO DE SÓDIO NOS ALIMENTOS. São Paulo: **Food Ingredients Brasil**, v. 25, 2013. Disponível em: <<http://revista-fi.com.br/artigos/ingredientes-funcionais/substituicao-de-sodio-nos-alimentos>>. Acesso em: 02 Nov. 2021.

TARASAUTCHI, D. **SAL: definições, processamento e classificação**. USP, 2016. Disponível em:< http://www.nutrociencia.com.br/upload_files/arquivos/Artigo%20-%20sal.pdf>. Acesso em: 16/09/2018.

USP. **Determinação de Cloretos em Água (Método de Mohr)**. Disponível em: < <http://www.iqsc.usp.br/iqsc/servidores/docentes/pessoal/mrezende/arquivos/aula11.pdf>>.

Acesso em: 28 ago. 201

8 – APÊNDICE

Tabela 1. Formulário de avaliação de conformidade e não conformidade da rotulagem de sais marinhos de cozinha

ALIMENTO	SIM	NÃO	N/a*	COMENTÁRIOS
1 – O produto possui rótulo?				
2 – Há legibilidade dos textos?				
3 – O tamanho das letras está de acordo com a legislação?				
4 – A denominação do produto está de acordo com o estabelecido no padrão de identidade e qualidade?				
5 – O rótulo apresenta a marca do produto?				
6 – Há indicação de peso líquido?				
7 – A indicação de peso líquido está de acordo com a legislação?				
8 – Há identificação de origem conforme estabelece a legislação?				
9 – O painel principal apresenta todas as informações obrigatórias para este painel?				
10 – Há indicação do tipo de sal?				
11 – Há a identificação de adição de iodo?				
12 – Há indicação do atendimento ao consumidor?				
13 – Há lista de ingredientes?				
14 – A lista de ingredientes está de acordo com o estabelecido na legislação?				
15 – Os aditivos utilizados são permitidos para a categoria de produto deste sal?				
16 – A declaração de aditivos está de acordo com a estabelecida pela legislação?				
17 – O modo de conservação está de acordo com o estabelecido na legislação?				
18 – Há modo de conservação após aberta a embalagem?				
19 – Há indicação da data de validade?				
20 – A indicação da data de validade está conforme o estabelecido na legislação?				
21 – Há indicação de validade após aberta a embalagem?				
22 – A indicação da data de fabricação está de acordo com a legislação?				

23 – Há identificação do lote?				
24 – A identificação do lote segue os requisitos legais?				
25 – O rótulo possui número de registro no órgão competente?				
26 – O rótulo possui o carimbo do Serviço de Inspeção Federal (SIF) ou seu equivalente nas esferas estadual ou municipal?				
27 – Há uma das expressões “contém glúten” ou “não contém glúten”?				
28 – A informação sobre a presença ou não de glúten está correta?				
29 – O rótulo possui figuras, símbolos, ilustrações e/ou desenhos que possam levar o consumidor a erro ou engano?				
30 – Há as frases específicas estabelecidas nos Regulamentos Técnicos?				
31 – Há frases que não estão previstas nos Regulamentos Técnicos que possam induzir o consumidor a compra do produto?				

Tabela 2. Formulário de avaliação de parâmetros importantes, mas não obrigatórios de acordo com as legislações vigentes sobre rotulagem.

ALIMENTOS	SIM	NÃO	N/a*	COMENTÁRIOS
1 – Presença de tabela nutricional?				
2 – Há indicação de data de fabricação?				