

ANÁLISE E COMPARAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SAL BRANCO REFINADO COM O SAL ROSA DO HIMALAIA

Amanda Vasconcelos Borges¹, Lucas Fernando Rosa Rodrigues¹, Mirella Gonçalves da Fonseca Miranda da Silva².

RESUMO

O sal alimentício está presente no cotidiano desde a antiguidade, seu uso e aplicações vem evoluindo juntamente com a humanidade, ganhando novas formas, conceitos, apresentações e aplicabilidade. Conforme a Organização Mundial da Saúde, é recomendado o consumo diário de 5 g de sal, a fim de controlar principalmente os níveis de ingestão de cloreto de sódio, no qual, rendeu ao sal refinado, inúmeras críticas, abrindo espaço para outros tipos de sais no mercado de consumo, inclusive o Sal Rosa do Himalaia. O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar os parâmetros físico-químicos do sal rosa do Himalaia e sal branco refinado e fazer o comparativo entre eles. Foram avaliados os parâmetros de determinação de insolúveis totais, umidade, turbidez, cloreto e iodo. As análises físico-químicas realizadas em triplicata, seguindo as normativas da ANVISA, apresentaram resultados diferentes entre si. Os resultados obtidos nas análises para o sal branco refinado e o sal rosa do himalaia moído foram respectivamente de umidade teor de 2,4 e 2,7%, iodo teor de 22,8% e para o sal rosa do himalaia não demonstrou resultados significativos, cloreto teor de 61,91% e de 58,61%, turbidez teor de 97% e 1%, insolúveis totais teor de 0,119% e 1,793%. Os resultados dos ensaios revelam não conformidade aos parâmetros de aceitação para ambos os sais. O sal rosa em específico, não possui teores significativos de iodo, além de apresentar elevado teor de cloreto, embora ainda inferior ao do sal branco refinado.

Palavras-chave: Sal alimentício. Sal rosa do Himalaia. Sal branco refinado. Controle de qualidade. Análises físico-químicas.

1 INTRODUÇÃO

Há cinco mil anos já havia registros do uso do sal pelos homens. O mineral halita, mais conhecido como sal de cozinha, sal-gema, sal marinho ou cloreto de sódio sempre influenciou na vida do homem. Ele está presente desde os tempos antigos onde era símbolo religioso, moeda de troca, fonte de poder e motivo de conflitos, influenciando até mesmo no destino das nações (CHEMELLO, 2005).

1 - Acadêmicos do curso de Engenharia Química - Faculdade Multivix Vitória.

2 - Engenheira Química – Docente na Faculdade Multivix Vitória.

Além disso, até o século XIX, o cloreto de sódio era o único agente utilizado para conservar os alimentos, atuando como agente desidratante, reduzindo o surgimento e o desenvolvimento de microrganismos, os quais precisam de umidade para sobreviver. A sua importância era tão grande que as primeiras estradas que foram construídas, tinham como objetivo o transporte do sal. Uma curiosidade interessante, é que o sal foi a origem da palavra 'salário', visto que os soldados do Império Romano recebiam parte de seu pagamento em sal (CHEMELLO, 2005).

O sal se trata de uma matéria-prima abundante e habitual, sendo encontrado com facilidade no mar, além de estar naturalmente presente em outras fontes. Suas finalidades são inúmeras, dentre elas podemos citar o uso culinário, a produção de plásticos, vidros, alumínio, soda cáustica, cloro e muitos outros produtos, estando presente em mais de 100 produtos químicos importantes (RAMOS, 2018).

O sal alimentício é uma fonte de sódio de fácil acesso para a população, tornando-se fundamental na vida dos seres humanos. O sódio está envolvido na contração muscular, batimentos cardíacos, impulsos nervosos e na ingestão de proteínas. O cloro (cloreto) ajuda na absorção de potássio, é a base do ácido estomacal e auxilia no transporte dos dióxidos de carbono das células até serem liberados, nos pulmões. Os sais são regulados no nosso corpo pelos rins e pela transpiração. O seu uso tornou-se um importante ingrediente na alimentação, exercendo diversas funções, como: conservante, texturizador, aglutinador, controlador de fermentação e desenvolvimento de cor (SILVA et al., 2019).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) a quantidade diária de sal considerada saudável para consumo é de 5g, entretanto, o brasileiro consome em média cerca de 14g (INSUMOS LTDA, 2013). O consumo excessivo de sal pode ser associado ao crescimento de portadores de doenças cardiovasculares, podendo observar uma busca frequente por sal com menor teor de sódio (NILSON et al., 2012).

Dentre os sais alimentícios, podemos listar alguns: sal de cozinha (400 mg sódio/1 g de sal), é um sal pobre em nutrientes, com muitos aditivos químicos; sal light (197 mg de sódio/1 g de sal) salga menos, possui menos sódio, porém com uma grande quantidade de potássio; sal líquido (110 mg de sódio/1 g de sal) possui um sabor suave, é originado da dissolução de sal de grande pureza em água mineral e

não possui aditivos; sal do himalaia (230 mg de sódio/1 g de sal) possui mais de 80 minerais, menor concentração de sódio, além de ser livre de toxinas e poluentes; sal marinho (420 mg de sódio/ 1 g de sal) é rico em nutrientes, auxiliando pessoas que desejam equilíbrio do peso; flor de sal (450 mg de sódio/1 g de sal) é a forma mais pura do sal, raro de encontrar e obter, pois é dependente da posição em que o vento sopra; sal negro (380 mg de sódio/1 g de sal) é recomendado para hipertensos já que possui menos sódio (LE MANJUE, 2019).

A composição química dos sais depende de fatores como a composição iônica das águas que os originaram, da associação com outras rochas sedimentares, tais como: calcário, gipsita, anidrita, argila e outros sais evaporativos. Também depende de técnicas utilizadas na produção do sal, aspectos de formação das próprias minas e processos que nelas ocorrem (DE MELO et al., 2008).

O sal para consumo humano pode ser avaliado para garantia da qualidade e composição adequada, por meio de análises físico-química que além de determinar seu principal componente, o cloreto de sódio, inclui determinação de umidade, substâncias insolúveis em água, sulfatos, cálcio, iodo e magnésio. A concentração desses íons é indicativo da qualidade do sal, quanto menor seus teores, mais puro é o sal (INSTITUTO ADOULFO LUTZ, 2008).

Portanto, o presente estudo tem por objetivo, por meio de análises físico-químicas comparar e avaliar parâmetros como: umidade, turbidez, sólidos insolúveis, cloreto e iodo do sal destinado ao consumo humano. Considerando sua importância e utilização, principalmente na prevenção de doenças e regulamentação fisiológica de nosso organismo, é imprescindível conhecer as garantias de composição e qualidade do sal, justificando a elaboração e execução deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Beneficiamento do Sal

A Resolução RDC Nº 28, de 28 de março de 2000 contempla sobre os procedimentos básicos de Boas Práticas de Fabricação em estabelecimentos beneficiadores de sal destinado ao consumo humano, obrigatoriamente com adição de iodo. Conforme a ANVISA, os âmbitos de aplicação são:

Aplica-se aos estabelecimentos que realizam atividades de produção/industrialização de sal para consumo humano, englobando as etapas do processo pós extração/produção primária, quais sejam: lavagem e estocagem de matéria prima, moagem e ou refino, adição de aditivos, empacotamento, armazenagem e transporte.

A produção do sal pode ser dividida em duas maneiras: a forma tradicional – uso de salinas e a forma industrial. Duas áreas no Brasil são propícias para a exploração do sal marinho: uma localizada no litoral nordestino, entre o Rio Grande do Norte e o Maranhão; a outra, localizada no Sudeste, entre Araruama e Cabo Frio (NOGUEIRA, 2013). Existe também, de suma importância para a produção do sal, a exploração mineira, onde o sal é encontrado na forma de halita ou sal-gema debaixo da superfície terrestre (MENDES et al., 2012).

Na produção tradicional, o sal passa por basicamente dois processos: o preparo das salinas é a fase inicial, onde é feita a limpeza dos reservatórios de água do mar. A evaporação acontece nos reservatórios de menor profundidade, e, durante este processo, o grau de salinidade da água aumenta quase ao ponto de cristalização. A primeira colheita do sal é conhecida como flor de sal, o fato dos cristais estarem no início do seu processo de formação, isto explica o seu aspecto de pequenos flocos, que podem ser considerados as sementes dos outros cristais mais grossos que se encontram na parte mais inferior das salinas (MENDES et al., 2012). Abaixo pode-se observar um fluxograma geral do processo (Figura 1):



Figura 1: Fluxograma geral do processo de produção de sal.

FONTE: CIMSAL (2017).

Na produção industrial, por sua vez, passa por três etapas: a concentração de sal na água do mar, a cristalização e colheita e lavagem. Na primeira etapa, a água do mar é exposta ao sol para evaporar e aumentar a concentração de sal. A segunda

etapa ocorre nos cristalizadores, onde a salmoura continua a evaporar até que inicie a precipitação. Precipita-se por mês uma camada de 2,5 a 3 cm, quando esta camada atinge 15 a 18 cm retira-se a salmoura e inicia o processo de colheita (MENDES et al., 2012). Durante este processo, a água de salmoura é frequentemente tratada com produtos químicos como ácido sulfúrico ou cloro, para remover minerais e quaisquer impurezas. Na última etapa o sal é colhido, lavado e centrifugado e levado para a moagem (VALENTIM, 2019).

Com o sal grosso, a produção é diferente, a recristalização do sal é um processo mais lento, podendo ser necessário semanas para atingir a evaporação e cristalização das águas salinas saturadas, além de serem produzidos sem especificações granulométricas (RAMOS, 2018).

O processo de beneficiamento do sal é feito de acordo com cada demanda. Com o objetivo de diminuir a granulometria, há o processo de moagem. O sal proveniente do moinho é composto de 20% de pó (micronizado), 10% de granulado e 70% de refinado, possuindo ainda umidade por volta de 2 a 3% de água, com isso, é levado para secagem fazendo com que a umidade chegue a cerca de 0,1%, possibilitando a torra do sal. (VALENTIM, 2019).

Finalmente, quase toda a umidade do sal é removida, sobrando apenas o cloreto de sódio. Pelo processo feito, mesmo que o sal seja retirado de uma área poluída, ele ainda será considerado como sal de qualidade alimentar refinado pois todas suas “impurezas” foram retiradas, inclusive as consideradas saudáveis. No entanto, é difícil encontrar cloreto de sódio puro no mercado porque muitos fabricantes de sal geralmente adicionam agentes antiaglomerantes como: ferrocianeto de sódio, citrato de amônio e alumínio silicato, usados para evitar a formação de grumos (endurecimento) facilitando o condicionamento, transporte e consumo (WONG, 2018).

2.2 Sal Alimentício

O que nos acostumamos a chamar de sal, na verdade, é um nome genérico para uma família de substâncias com características químicas comuns, sendo que a mais importante, para o ser humano, é o cloreto de sódio. Do ponto de vista nutricional, é fundamental para a saúde humana não apenas por ser utilizado de

maneira universal no preparo e na industrialização dos alimentos, mas também devido à sua característica de ser ingerido regularmente em pequenas quantidades, o que o torna o veículo ideal para o consumo de iodo (INMETRO, 2004).

No mercado de hoje, os sais alimentícios podem ser categorizados em três tipos principais: sais alimentícios não refinados, refinados e misturados ou infundidos. Dentro de cada categoria, podem ainda ser separados em subgrupos com base nos métodos de coleta de sais: rocha, mar, solar, salmoura e sais de vácuo. O sal alimentício em sua forma natural é denominado sal não refinado, pois não passa por processos químicos, ou seja, não foi alterado por humanos. Portanto, ele contém muitos minerais e elementos que podem ser úteis para o corpo. Por exemplo, o sal marinho não refinado, afirma conter cerca de 80 minerais e elementos que são necessários para a vida (WONG, 2018).

A adição de iodo em sal de cozinha é obrigatória no Brasil, com o propósito de evitar distúrbios causados pela deficiência de iodo no organismo, sendo a RDC nº 23, de 24 de abril de 2013 da ANVISA, que determina a quantidade necessária para o consumo humano. Quando não é atingido essas necessidades, é possível que ocorra várias anormalidades funcionais, como por exemplo o atraso no desenvolvimento durante a fase de crescimento do ser humano e alteração funcional da tireoide (LINS, Leandro).

Com o passar do tempo, é perceptível o destaque que sais alternativos vem ganhando na substituição do sal de cozinha comum, eles garantem possuir uma maior quantidade de minerais e um menor teor de sódio. Geralmente, há uma necessidade do processo de refino retirando minerais que acabam por afetar o produto, porém, na obtenção de sal em algumas minas não é necessário a retirada, graças à pureza elevada que possui (DE MELO et al., 2008). Com as informações sobre propriedades de diferentes sais resultaram em um aumento da procura e consequentemente, seus preços. Por exemplo, o sal do Himalaia, teve seu valor comercial no mercado drasticamente aumentado devido às divulgações de informações sobre composições elementares que o sal promove para a saúde. Cozinheiros e consumidores estão inclinados a pagar um preço maior por sais alimentícios que foram previamente divulgados sobre os benefícios para a nossa saúde.

2.3 Tipos de Sais

Existe uma grande variedade de sais no mercado disponíveis para o preparo de alimentos. Entretanto, o sal refinado é o mais utilizado na culinária, constituído basicamente de cloreto de sódio. O sal rosa do himalaia é considerado o sal mais antigo e mais puro do mundo, possui pouca concentração de sódio e ganhou uma imensa popularidade nos últimos anos, o seu grande diferencial para o sal de cozinha (sal refinado) é justamente o fato de não passar pelo processo de refino, por esse motivo é alegado como um ingrediente muito mais “rico” (Bromatologia em saúde, 2017).



Figura 2: Sal rosa do Himalaia x Sal refinado

FONTE: Bromatologia em saúde (2017).

A extração dos sais comercializados é feita a partir de fontes naturais e, por sua vez, apresentam minerais em sua composição devido às diversas condições de formação da reserva do sal. Em geral, o sal refinado é definido como um mineral composto basicamente de cloreto de sódio (NaCl), um composto químico que pertence à maior classe de sais. A porcentagem desses elementos é normalmente em cerca de 39,4% de sódio (Na) e 60,6% de cloreto (Cl). Em sua forma natural cristalina é conhecida como sal-gema ou halita. O sal está presente em grandes quantidades na água do mar, onde é o principal constituinte mineral (WONG, 2018).

O sal rosa do Himalaia é um sal rocha extraído principalmente das minas de sal de Khera, que localiza-se no distrito de Jhelum no Paquistão, sendo a segunda maior mina do mundo. Tem em sua composição elementos traços, como Fe , Ca e Mg , possui também diversas cores como: transparente, branca, rosa e avermelhada;

que podem variar de acordo com o local e a extração de minerais neles compreendidos. A coloração rosa-avermelhado é a mais utilizada para fins comerciais, o que permite essa cor é a presença em sua composição de óxido de ferro (BASTOS et al., 2017).

É visto que, o consumo diário de sódio no Brasil não está de acordo com o saudável, isso não quer dizer necessariamente que o sal não seja saudável para nós, o processamento de refino pelo qual ele passa também não é saudável. Os agentes que foram adicionados nesse processo do sal evitam que seja absorvido em nossos corpos, levando a um acúmulo dentro dos órgãos. Estudos mostram que, para cada grama consumida do sal de cozinha, o corpo irá utilizar 20 vezes a quantidade de água celular para a neutralização de cloreto de sódio presente no sal para o que não for possível processar (Bromatologia em saúde, 2017).

Sendo assim, o sal de cozinha se tornou alvo de doenças devido ao seu consumo excessivo. Estrategicamente, o sal do Himalaia surgiu para mudar os hábitos alimentares da população. Porém, além de ser um elemento difícil de ser encontrado, é um sal que salga menos, portanto há a necessidade de ter o cuidado na hora de temperar os alimentos para que não haja a ingestão da mesma quantidade de sódio quando ingerido o sal de cozinha (Bromatologia em saúde, 2017).

Viu-se que, aproximadamente 1g de sal de cozinha contém 400 mg de sódio, já o sal rosa do Himalaia, cada grama de sal apresenta, cerca de 230 mg, sendo quase a metade. O que pode ser visualizado na tabela comparativa abaixo.

SAL REFINADO		SAL ROSA DO HIMALAIA
400mg	× sódio ✓	230mg
2	× minerais ✓	84
As vezes não é absorvido pelo organismo	× absorção ✓	Fácil absorção pelo organismo
R\$5 por 500g	✓ preço ×	R\$30 por 500g

Figura 3: Comparação entre os dois sais analisados.

FONTE: Bromatologia em saúde (2017).

2.4 Controle da Qualidade dos sais alimentícios

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 28, de 28 de março de 2000, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), constata sobre os procedimentos básicos de Boas Práticas de Fabricação em estabelecimentos beneficiadores de sal destinado ao consumo humano e o roteiro de inspeção sanitária em indústrias beneficiadoras de sal. Sendo necessário para identidade e qualidade do sal, o controle dos parâmetros físico-químicos que sofrem influência durante cada processo, como: produção, armazenamento, embalagem, etc. (RDC nº 28, de 28 de março de 2000).

Segundo Instituto Adolfo Lutz (2008), é possível avaliar a determinação da pureza, umidade, substâncias insolúveis em água, sulfatos, cálcio e magnésio do sal para o consumo humano por meio de análises físico-químicos. Quanto à qualidade microscópica, é tolerado a presença de areia até o limite máximo de tolerância de insolúveis exigido pelo padrão de identidade e qualidade. Sendo assim, normalmente as análises de sais são: granulometria, a perda por dessecação (umidade), substâncias insolúveis em água, teor de iodo, cloretos, turbidez, cálcio, magnésio e sulfatos.

No país, a adição de iodo no sal de cozinha se tornou obrigatória, a fim de evitar graves problemas de saúde causados pela falta no organismo. Antigamente a legislação em vigor para o consumo de iodo era a RDC nº 130, de 26 de maio de 2003 da ANVISA. Em 2011, fez-se um acordo com as indústrias alimentícias pela redução do teor de sódio em alimentos processados. Atualmente, no Brasil, a legislação em vigor que estabelece a quantidade adequada de iodo no sal para consumo é a RDC nº 23, de 24 de abril de 2013 da ANVISA, onde diz que a quantidade deve ser igual ou superior a 15 (quinze) miligramas até o limite máximo de 45 (quarenta e cinco) miligramas por quilograma de produto (RDC nº 23, de 24 de abril de 2013).

O sal é designado de acordo com sua classificação. Entende-se que o sal para consumo humano é o cloreto de sódio cristalizado extraído de fontes naturais, e obedece também a alguns critérios de qualidade como por exemplo: apresentar sob a forma de cristais brancos, granulação uniforme, inodoro, não possuir sujidade ou microrganismos patogênicos (Decreto nº 75.697, de 06 de maio de 1975). Por lei, na tabela de informação nutricional presente no rótulo, deverá conter a especificação da quantidade de sódio presente em produtos industrializados. Corre um projeto de lei no qual prevê que: os alimentos que contiverem teor de sódio igual ou superior a 400mg por 100g ou 100 ml de alimento devem apresentar em sua rotulagem, embalagem, publicidade e propaganda, de forma destacada e legível, a seguinte frase de alerta: “Este alimento possui quantidade elevada de cloreto de sódio (sal de cozinha)”.

O Decreto nº 75.697, de 06 de maio de 1975, estabelece parâmetros e limites máximos de umidade e de impurezas e mínimos de cloretos de sódio, para cada tipo de sal, com exceção do sal rosa do Himalaia, conforme tabela 1 a seguir. Em dezembro de 1989, foi publicada a NBR 10.888:1989, norma que tinha como objetivo regulamentar os métodos pelos quais se deve realizar as análises para teste de qualidade dos sais de consumo humano. Em abril de 2011, a norma foi cancelada sem substituição.

Tabela 1- Limites máximos e mínimos por unidade em %

Ensaio	Sal Comum (Comum, Grosso, Triturado)		Sal refinado
	Tipo 1	Tipo 2	Refinado
Umidade (máx.)	2,500	3,000	0,200
Resíduos Insolúveis(máx.)	0,100	0,200	0,070
Cálcio (máx.)	0,070	0,140	0,070
Magnésio (máx.)	0,050	0,080	0,070
Sulfato (máx.)	0,210	0,420	0,280
Cloreto de sódio NaCl (base úmida) (min.)	96,96	95,99	99,19
Cloreto de sódio (base seca) (min.)	99,46	98,99	99,39

Fonte: INMETRO (2004).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Considerações Iniciais

As análises foram feitas no laboratório de físico-química da faculdade Multivix, Campus Vitória. As amostras de sais foram adquiridas em supermercados da Grande Vitória. Para a realização dos testes físico-químicos foram analisadas uma unidade amostral de sal branco refinado e sal rosa do himalaia moído, onde foi determinado em triplicata os seguintes parâmetros: teor de umidade, sólidos insolúveis totais, turbidez, cloretos de sódio e teor de iodo.

As amostras foram secadas previamente na estufa por 105°C durante 3 horas e estão ilustradas na figura 4.



Figura 4: Amostras de sal de cozinha e sal rosa do himalaia.

Fonte: Autores, 2021.

3.2 Metodologias de ensaio

3.2.1 Determinação de umidade

Os resultados de umidade foram avaliados de acordo como especifica no Decreto Nº 75.697, de maio de 1975. Para realização desse teste, foi pesado, com auxílio da balança analítica, aproximadamente 5 g de amostra de cada sal em cadinhos de porcelana previamente tarados. Após aquecimento em estufa, as amostras foram resfriadas em dessecador e pesadas novamente.

O valor máximo permitido de umidade é de 0,2%. O teor de umidade foi calculado através da equação 1:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{umidade (\%)} \quad (1)$$

Onde:

N = nº de gramas de umidade (perda de massa em g)

P = nº de gramas da amostra

3.2.2 Determinação do Grau de Turbidez

Os resultados de turbidez foram avaliados de acordo com o especificado na metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para o teste realizado, utilizou-se uma solução de concentração de 25% das amostras e foi realizada leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 610 nm. Os resultados foram obtidos por meio de percentual da transmitância e devem ser interpretados da seguinte forma pela tabela 2:

Tabela 2 - Relação de porcentagem de transmitância.

Porcentagem de transmitância	Turbidez	Característica do sal correspondente
96 – 100	25	Refinado
91 -95	50	Grosso ou moido
85 – 90	100	Sal muito sujo

Fonte: Autores, 2021.

3.2.3 Determinação de Cloretos

O teor de cloreto de sódio foi determinado pelo método argentométrico de Mohr. Pesou-se aproximadamente 5 g de amostra. Com auxílio de 200 mL de água deionizada, a massa foi transferida para um balão volumétrico de 500 mL, onde foi completado o volume e agitado. Logo foi transferido, com auxílio de uma pipeta volumétrica, exatamente 10 mL da solução salina para um erlenmeyer de 250 mL.

Por último foi adicionado 50 ml de água deionizada e 2 gotas de indicador de cromato de potássio 10% (m/v) e prosseguiu-se com a titulação com nitrato de prata 0,1 M até atingir o ponto de viragem indicado pela cor marrom-avermelhado.

O valor mínimo permitido de cloreto de sódio em base seca deve ser de 98,92%.

O teor de cloreto de sódio das amostras é obtido através da equação 2:

$$\frac{V \times f \times 0,565}{P} = \text{cloreto de sódio em base úmida (\%)} \quad (2)$$

Onde:

V = nº de ml de solução de nitrato de prata 0,1 M gasto na titulação

f = fator da solução de nitrato de prata 0,1 M

P = nº de g da amostra usado na titulação.

3.2.4 Determinação de Iodo

Para a determinação de iodo foi utilizado a titulação onde pesou-se 10 g da amostra em balança analítica e foi diluída em 200 mL de água deionizada. Em seguida, foi adicionado 6 mL de solução de ácido sulfúrico 0,5M e 1 mL da solução de iodeto de potássio 15%, tornando a solução amarelada. Logo após, foi utilizado 2 mL da solução de amido 1% como indicador, tornando a coloração roxo-azulada. A titulação foi realizada com o tiossulfato de sódio a 0,005M. O ponto de viragem foi observado quando a solução atingiu a coloração transparente.

Os resultados de iodo foram avaliados de acordo como especifica na RDC nº 23, de 24 de abril de 2013. A quantidade de iodo adequada para o consumo deve conter uma quantidade igual ou superior a 15 (quinze) miligramas até o limite máximo de 45 (quarenta e cinco) miligramas de iodo por quilograma de produto.

Os resultados do teor de iodo é obtido através da equação 3:

$$\frac{V \times f \times 10,59}{P} = \text{mg de iodo} \quad (3)$$

Onde:

V = ml da solução de tiossulfato de sódio 0,005 M gasto na titulação

f = fator da solução de tiossulfato de sódio 0,005 M

P = nº de g da amostra

3.2.5 Determinação de sólidos insolúveis totais

Foi pesado 5 g de amostra, em um bécker foi dissolvida com a ajuda de água deionizada. A solução foi filtrada em cadinho com filtro Whatman de 47 mm de

diâmetro. A lavagem do cadinho e do bécker foi executada com porções de água deionizada, até toda a eliminação do cloreto de sódio, para isso, foi testado adicionando uma gota de solução de nitrato de prata 0,1 M no filtrado que não deveria apresentar opacidade ao fim da lavagem. Após a filtração, o cadinho de Gooch foi seco em estufa regulada a 105°C e resfriado em dessecador.

O valor máximo permitido para sal refinado é de 0,070% e de 0,10% para sal do tipo 1 (comum, grosso, triturado).

O teor de sólidos insolúveis é calculado a partir da equação 4:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{sólidos insolúveis (\%)} \quad (4)$$

Onde:

N = n° de gramas de massa perdida

P = n° de gramas da amostra

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 3 demonstra os resultados médios obtidos para as amostras, após análise em triplicata. Para comparação dos resultados, foram divididos em SB correspondente ao sal branco e SR correspondente ao sal rosa do Himalaia.

Esses resultados não apresentaram variação nos valores médios para que justificassem sua apresentação.

Tabela 3 - Resultados médios encontrados em cada análise para os diferentes tipos de sal.

Amostras	Umidade (%)	Transmitância (%)	Cloreto em Cloreto de Sódio (%)	Iodo (mg/kg)	Insolúveis totais (%)
SB	2,4	97	61,91	22,8	0,199
SR	2,7	1	58,61	-	1,793

Fonte: Autores, 2021.

Os dados de cada um dos parâmetros serão discutidos a seguir:

- **Umidade**

A determinação de umidade funciona de forma representativa para avaliar a pureza do sal que está sendo comercializado. Por ser um produto higroscópico, o sal recebe substâncias aditivas, magnésio, sulfatos e outros, que em sua formulação funcionam como antiúmectantes.

De acordo com a tabela 3 e os limites estabelecidos pela legislação brasileira, as amostras de sal não demonstraram resultados satisfatórios, apresentando-se fora do limite de 0,20%.

Porém, é importante ressaltar que essa não conformidade nos resultados não é significativa, visto que não apresenta riscos para a saúde humana e não torna o sal impróprio para consumo. O cloreto de sódio apresenta grande afinidade com a água, portanto, longos períodos de exposição e armazenamento podem favorecer ao aumento de sua umidade pelo sequestro da água presente no ar, principalmente em períodos do ano em que se tem elevada umidade relativa.

- **Turbidez**

A análise de turbidez serve como parâmetro indicativo da qualidade do sal e sua classificação. Indica a quantidade de sólidos em suspensão, quanto maior essa quantidade menor será o percentual de transmitância, indicando elevada turbidez, o que significa que o sal não foi beneficiado de maneira adequada. Esse método não deve ser aplicado em sais cujo antiúmectante não seja solúvel em água (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A tabela 3 mostra que o percentual de transmitância para o sal branco refinado foi de 97%. Isto significa que o parâmetro avaliado está em cumprimento no que tange a legislação.

Para o sal rosa do himalaia, indica teor de transmitância de 1%, insatisfatório ao método aplicado. Tal resultado pode ser justificado pelo fato do sal rosa não ser refinado e sim moído, além da sua baixa solubilidade.

- **Cloreto**

O cloro, é fundamental para o processo digestivo, sendo base para o suco gástrico do nosso estômago, sendo excretado como ácido clorídrico, e inclusive, ajuda a manter o equilíbrio ácido base e auxilia o transporte de gás carbônico das células sanguíneas para os pulmões.

A determinação de cloreto de sódio é um dos principais parâmetros avaliado no sal, tendo em vista de que este é um parâmetro classificatório ao produto. O composto cloreto de sódio é formado por 60,67% de cloreto e 39,33% de sódio. A legislação vigente considera mínimo de 98,92% de cloreto de sódio. Quanto maior esse teor, maior a pureza do sal. O mesmo não se aplica ao sal rosa do Himalaia, este por sua vez, tem teores de cloreto de sódio menores e pequena concentração de diversos outros minerais.

O método analítico utilizado, permite avaliar o teor de cloreto contido no cloreto de sódio. A média encontrada para o sal branco refinado foi de 0,061914 g de cloreto em solução salina contendo 0,1 g do sal, com teor de 61,91% de cloreto em cloreto de sódio.

O sal rosa do Himalaia apresentou média de 0,05859 g de cloreto em 0,1 g de sal rosa, o que representa 58,614% de cloreto contido na amostra.

- **Iodo**

A iodação do sal se tornou obrigatória na década de 50, com a Lei nº 1944, de 14 de agosto de 1953. Desde então, tornou-se um dos principais parâmetros de avaliação e qualidade do sal. O iodo é adicionado ao sal na forma de iodeto ou iodato de potássio, dando maior estabilidade, mas isto não impede que ocorra perda por oxidação e por sublimação durante o processo de industrialização.

Na tabela 3, a amostra de sal rosa do Himalaia não demonstrou quantidades significativas para que pudessem ser visualizadas na análise, embora o rótulo do produto indicasse “sal iodado”. Já o sal branco refinado, demonstrou-se dentro do parâmetro exigido pela legislação brasileira, que determina teores entre 15 e 45 mg de iodo a cada quilo de produto.

- **Insolúveis totais**

A determinação de insolúveis totais permite avaliar o teor de impurezas existentes no sal, tais como areia, fragmentos de rochas entre outras, as quais não foram removidas no processo de purificação e refino do sal, quanto menor seu teor melhor a qualidade do sal.

Conforme a tabela 3, o teor de insolúveis para o sal rosa foi de 1,793%, neste caso por não ter um padrão determinado pela legislação referente ao seu teor e não possuir uma metodologia de análise apropriada, o resultado não deve ser associado ao seu teor de impureza. Vale ressaltar que o sal rosa possui solubilidade menor em

água quando comparado ao sal branco refinado, dando baixa eficiência ao método adotado em sua análise.

Em relação ao sal branco refinado obteve teor de 0,199%, o que mostrou-se insatisfatório no que rege a legislação, que determina teor máximo de 0,070%. O que significa elevado teor de impureza no sal, podendo ser por falhas no processo de purificação ou até mesmo contaminação do produto no seu armazenamento.

Dentro dos parâmetros analisados, os dois sais demonstraram insatisfação com base nas normas para o consumo. Em relação ao sal branco, a sua umidade e teor de pureza mostraram-se insatisfatórios, apesar da umidade não ser considerada um parâmetro classificatório e a turbidez está dentro do parâmetro. Já o sal rosa do Himalaia, na comparativa, além de ser insatisfatório em todos os parâmetros, deixou também a desejar em outros aspectos como a ausência de iodo, elemento essencial na prevenção de doenças como o bócio, por exemplo. A relação entre os parâmetros de cada sal pode ser melhor observada no gráfico 1.

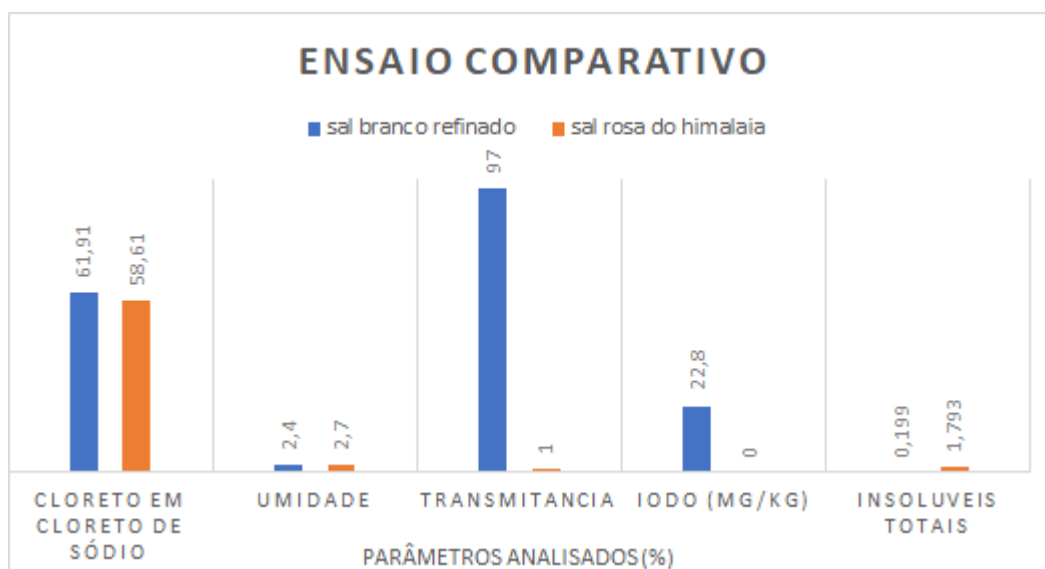


Gráfico 1: Ensaio comparativo das amostras realizadas.

Fonte: Autores, 2021.

5 CONCLUSÃO

De modo geral, os sais diferem entre si em relação aos parâmetros físico-químicos. Os ensaios realizados, mostram que ambos os sais possuem níveis de

garantias divergentes do que permite a legislação e do que está presente no rótulo no caso do sal rosa. O sal branco refinado apresentou vantagens quando comparado ao sal rosa do Himalaia, embora os parâmetros de insolúveis totais e de umidade não estejam conforme a legislação, os de iodo e cloreto estão dentro da normalidade. Em contrapartida, o sal rosa do Himalaia não apresentou nenhum parâmetro aceitável, como por exemplo o iodo, ausente no sal, de acordo com a análise, com exceção do teor de cloreto de sódio, que de fato é inferior ao do sal branco refinado, característica que faz com que este sal salgue menos os alimentos. Em decorrência disso, o consumo de sal rosa deve ser feito com mais cautela, uma vez que pode ocorrer superdosagem na alimentação. Além de ser um sal deficiente de iodo, que é um elemento essencial para controle e funcionamento do organismo. Para trabalhos futuros, vê-se necessário a realização de diferentes metodologias análises físico-químicas além das citadas e executadas neste trabalho, os experimentos devem abordar outras amostras de diferentes tipos de sais, o que poderá resultar em dados mais distribuídos e reais para melhor comparação de benefícios dos sais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHEMELLO, E. **A Química na Cozinha apresenta: O Sal**. 6.ed. São Paulo: Cia da Escola. 2005, 77p.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Sal para consumo humano**. 2004. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/sal.asp>>. Acesso em 18 out. 2021.

SILVA, Amanda R. M. da; MELCHERT, Wanessa R. **Iodo: riscos e benefícios para a saúde humana**. Cienc. Cult., São Paulo, v. 71, n. 2, p. 58-60, Abr. 2019.

LE MANJUE. **Os benefícios e as diferenças entre os tipos de sal**. 2019. Disponível em: <<https://www.lemanjue.com/blog/2019/7/31/os-beneficios-e-as-diferenas-entre-os-tipos-de-sal>>. Acesso em 25/09/2021.

NILSON, E. A. F; JAIME, P. C; RESENDE, D. O; **Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados**. Rev Pan Americana de Saúde Pública. v.34, n.4, p.287–292, 2012.

NOGUEIRA, I. R. A. et al. **Beneficiamento do sal: Uma visão dos riscos ambientais**. Holos, Mossoró, v. 3, n. 29, p.148-160, jun. 2013.

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.

RAMOS, J. S. **Comparação físico-química e inorgânica do sal comum de mesa com o sal rosa do Himalaia**. 2018. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2018.

Wong, Gabriel. **Authentication of Culinary Salt**: Challenges and Opportunities. 2018. 24 f. Thesis - Forensic Science, University of California, Davis. 2018.

DE MELO, P. R. C.; DE CARVALHO, R. S.; DE CARVALHO PINTO, D. Halita. In: **Rochas e Minerais Industriais**: Usos e Especificações. p.551-584.2008.

INSUMOS LTDA. **O sal**: o mais antigo agente antimicrobiano. Aditivos Ingredientes, 2013. Disponível em: <<http://aditivosingredientes.com.br/revistas/114/#p=24>>. Acesso em 23/09/2021

BASTOS, A. B. de; CARVALHO, H. R. do A.; SILVA, C. C.; ARAÚJO, L. M. **ANÁLISE E COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA INORGÂNICA DO SAL DE COZINHA COM O SAL ROSA DO HIMALAIA PELO MÉTODO DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X POR DISPERSÃO DE ONDAS**. The Journal of Engineering and Exact Sciences, Viçosa/MG, BR, v. 3, n. 4, p. 0678-0687, 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ NORMAS ANALITICAS. **Métodos Físico Químicos para Análises de Alimentos**. São Paulo: IAL. 2008, 702p.

Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº28, de 28 de maio de 2000, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjA0OQ%2C%2C>>. Acesso em 25/09/2021.

Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 130, de 26 de maio de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/130_03rdc.htm>. Acesso em 25/09/2021.

Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 23, de 24 de abril de 2013, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/res0023_23_04_2013.html>. Acesso em 25/09/2021.

BROMATO PESQUISAS. **Sal alimentício**: Há interferências nutricionais à saúde no consumo do Sal de cozinha ou Sal rosa do Himalaia?. Bromatologia em saúde, 2017. Acesso em: 30/09/2021. Disponível em: <<http://bromatopesquisas-ufrj.blogspot.com/2017/06/sal-alimenticio-ha-interferencias.html>>.

LINS, Leandro; SILVA, Priscilla; BARBOSA, Manuela. **Avaliação da Qualidade Físico-Química dos Sais de Cozinha Comercializados na Região do Recife/PE**.

2018. 16f. Trabalho de Conclusão de Curso (Farmácia) - Faculdade Pernambucana de Saúde, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ NORMAS ANALITICAS. **Métodos Físico Químicos para Análises de Alimentos**. São Paulo: IAL. 2008, 702p.

Tan, W.L.; Azlan, A.; Noh, M.F.M. **Sodium and potassium contents in selected salts and sauces**. International Food Research Journal, v.23, p. 2181- 2186, 2016.

VALENTIM, Geronillane. **Acompanhamento e estudo dos parâmetros de controle de qualidade do processo de beneficiamento do sal marinho na empresa refimosal**. 2019. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró/RN, 2019.