

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
CAMPUS- CAMPO MOURÃO

JHONY SILVA RAMOS

**COMPARAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E INORGÂNICA DO SAL COMUM DE MESA
COM O SAL ROSA DO HIMALAIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2018

JHONY SILVA RAMOS

**COMPARAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E INORGÂNICA DO SAL COMUM DE MESA
COM O SAL ROSA DO HIMALAIA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Departamento Acadêmico de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Stéphanie Caroline Beneti.



TERMO DE APROVAÇÃO

COMPARAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E INORGÂNICA DO SAL COMUM DE MESA COM
O SAL ROSA DO HIMALAIA

Por

JHONY SILVA RAMOS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 22 de novembro de 2018 às 14 horas como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof^a. Dr^a. Stéphanie Caroline Beneti.
Orientadora

Prof. Dr. Fábio Henrique Polisel Scapel
Membro da banca

Prof^a. Dr^a. Angela Maria Gozzo
Membro da banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força para superar todas as dificuldades e poder alcançar o objetivo de estar concluindo um ensino superior, me permitindo viver esse momento, trazendo alegria aos meus pais e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

A minha orientadora Profa. Dra. Stéphanie Caroline Beneti por ter aceito me orientar de última hora e poder me dar todo o suporte e atenção para que eu pudesse ter confiança e segurança na realização deste trabalho.

Ao professor Nelson Consolin Filho por ter me dado todo o auxílio e atenção durante os ensaios espectrométricos.

Aos professores da banca por terem aceito participar deste momento, e a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

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

O sal rosa do Himalaia é um produto que vem ganhando destaque, devido a supostos benefícios à saúde e possíveis vantagens sobre o sal comum de mesa. Embora não se tenha muitos estudos que comprovam a premissa, o maior estímulo ao consumo do sal rosa do Himalaia, justifica-se, na teoria de que o produto apresenta teor reduzido de sódio e maior teor de oligoelementos em comparação com o sal de cozinha. O objetivo deste trabalho foi comparar quimicamente o sal rosa do Himalaia com o sal comum de mesa e avaliar as possíveis vantagens e desvantagens entre eles. As duas variedades de sal diferiram entre si em relação aos parâmetros físico-químicos avaliados. Diferente do sal comum, a determinação de iodo na forma de iodato constatou a ausência do elemento no sal rosa do Himalaia. O teor de cloreto de sódio, associado com o teor de sólidos insolúveis totais, demonstraram elevada pureza para o sal comum, enquanto para o sal rosa devem ser empregados outros métodos para avaliar sua pureza. De modo geral, as análises de espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS) demonstraram maiores teores de ferro e magnésio para o sal rosa do Himalaia, que ao contrário do que se esperava, apresentou também as maiores concentrações de sódio quando comparado ao sal comum, não respaldando desta forma, as afirmações de que o produto tenha teor de sódio reduzido.

Palavras-chave: Sal rosa do Himalaia. Teor de sódio. Oligoelementos. Análises físico-químicas. Espectrometria de absorção atômica.

ABSTRACT

The Himalayan rose salt is a product that is gaining prominence these days due to its supposed health benefits and possible advantages over common table salt. Although there are not many studies that prove the premise, the greatest stimulus to Himalayan salt consumption is justified by the theory that the product has a reduced sodium content and a higher content of trace elements compared to cooking salt. The objective of this work was to compare chemically the Himalayan rose salt with the common table salt and to evaluate the possible advantages and disadvantages between them. The two salt varieties differed in relation to the physicochemical parameters evaluated. Unlike common salt, iodine determination of iodine found the absence of the element in the Himalayan rose salt. The sodium chloride content, associated with the total insoluble solids content, showed high purity for the common salt, whereas for the pink salt other methods to evaluate its purity should be employed. In general, flame atomic absorption spectrometry (FAAS) analyzes showed higher levels of iron and magnesium for the Himalayan pink salt, which, contrary to expectations, also showed higher concentrations of sodium when compared to common salt, thus not supporting claims that the product has a reduced sodium content.

Key-words: Pink salt of the Himalaya. Sodium. Trace elements. Physicochemical analysis. Atomic absorption spectrometry.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 OBJETIVOS | 4 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 4 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 4 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 5 |
| 3.1 HISTÓRIA DO SAL | 5 |
| 3.2 SAL DE MESA | 6 |
| 3.3 BENEFICIAMENTO DO SAL | 7 |
| 3.4 IMPORTÂNCIA DO SAL NO ORGANISMO..... | 8 |
| 3.5 IMPORTÂNCIA DA ADIÇÃO DE IODO NO SAL DE COZINHA | 9 |
| 3.6 RISCOS DO EXCESSO DE CONSUMO DE SAL..... | 12 |
| 3.7 CONTROLE DE QUALIDADE DO SAL DE COZINHA..... | 13 |
| 3.8 SAL ROSA DO HIMALAIA | 14 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 16 |
| 4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO | 16 |
| 4.2 PREPARO E PADRONIZAÇÃO DE SOLUÇÕES..... | 16 |
| 4.2.1 Preparo da solução de nitrato de prata 0,1mol.L-1 | 16 |
| 4.2.2 Preparo da solução indicadora de cromato de potássio..... | 16 |
| 4.2.3 Preparo da solução de tiosulfato de sódio 0,1mol.L-1 | 16 |
| 4.2.4 Preparo da solução de tiosulfato de sódio 0,005mol.L-1 | 17 |
| 4.2.5 Preparo da solução de iodeto de potássio 15% | 17 |
| 4.2.6 Preparo da solução de iodeto de potássio saturada | 17 |
| 4.3 OBTENÇÃO E PREPARO DAS AMOSTRAS..... | 18 |
| 4.4 ANÁLISES FÍSICO- QUÍMICAS..... | 18 |
| 4.4.1 Determinação de umidade | 18 |
| 4.4.2 Determinação de cloretos em cloreto de sódio | 19 |
| 4.4.3 Sólidos insolúveis totais em água | 20 |
| 4.4.4 Teor de iodo na forma de iodato | 21 |
| 4.5 ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA..... | 22 |
| 4.5.1 Preparo das amostras e curvas de calibração | 22 |
| 4.5.2 Determinação de oligoelementos por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS)..... | 23 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 6 CONCLUSÕES | 32 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 33 |

| | |
|---------------------|----|
| ANEXOS | 41 |
| ANEXO A..... | 42 |
| ANEXO B..... | 43 |

1 INTRODUÇÃO

O 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. 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 microorganismos, os quais precisam de umidade para sobreviver. 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 de mesa é uma combinação de cloreto de sódio (o constituinte principal, acima de 99%), iodato de potássio (responsável pela presença de iodo no sal), ferrocianeto de sódio e alumínio silicato de sódio (utilizados como antiuementantes, sendo responsáveis pela redução da umidade). Após extraído, o sal passa por lavagem, moagem, centrifugação e secagem em altas temperaturas. Em seguida, as impurezas são extraídas por peneiramento e são adicionados os compostos antiuementantes e o iodeto de potássio, ambos exigidos pela legislação brasileira (MEDEIROS, 2004).

Segundo Anvisa (2004), todo sal destinado ao consumo humano deve ser extraído de fontes naturais e obrigatoriamente, adicionado de iodo. O produto deve apresentar-se sob a forma de cristais brancos, com granulação uniforme, ser inodoro e ter sabor salino-salgado próprio. Além disso, não pode apresentar sujidades, microorganismos patogênicos ou outras impurezas. Aditivos, podem ser adicionados ao sal, desde que, nos limites estabelecidos pela legislação. A designação “sal de mesa” vale para o sal refinado comum e o sal refinado extra, nos quais foram adicionados antiuementantes.

O iodo é um elemento essencial para a biossíntese de hormônios tireoideanos, como tiroxina (T4) e triiodotironina (T3), os quais, são fundamentais no desenvolvimento fetal, na regulação metabólica das células e no crescimento físico e neurológico dos seres humanos. A adição de iodo ao sal é considerada o caminho mais eficiente para controlar os distúrbios causados pela sua deficiência, sendo realizada, geralmente, após a secagem do sal, nas formas de iodeto de potássio ou iodato de potássio, ocorrendo por borrifação de solução ou pela mistura de sua forma

em pó. Porém, é necessário garantir que os níveis ideais de iodo estejam disponíveis ao consumidor (SILVA, 2016).

A Lei 1944 de 14 de agosto de 1953, foi a primeira a se referir à adição de iodo ao sal, em seguida, foi criada a Lei 6150 de 03 de dezembro de 1974, que obrigava o beneficiador do sal à adicionar no mínimo 10 mg de iodo metalóide por quilo de sal, em 2003 a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio de Regulamentação de Diretoria Colegiada, normalizou entre 20 e 60 mg/kg a concentração ideal de iodo no sal para consumo humano. Atualmente, segundo a resolução RDC nº 23/2013 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o sal comercializado no Brasil deve possuir entre 15 e 45 mg de iodo a cada quilo do produto.

A carência de iodo no organismo pode afetar a secreção dos hormônios, e, em consequência, surgem alterações metabólicas. O excesso de iodo (acima de 150 µg por dia), por outro lado, pode ter como consequência o aumento de casos de tireoidite de Hashimoto e hipotireoidismo (NIMERA; SILVA; OLIVEIRA, 2002).

A composição química dos sais, depende de fatores como a composição iônica das águas que os originaram, a associação com outras rochas sedimentares, tais como calcários, gipsita, anidrita, argila e outros sais, além de aspectos de formação das próprias minas e processos que nelas ocorrem (DE MELO et al., 2008).

A maior parte dos minerais presentes no sal comum é eliminada durante as etapas de lavagem, moagem, centrifugação e secagem em altas temperaturas, pois a presença desses elementos podem afetar as características sensoriais do produto (INSUMOS LTDA, 2013; DA COL, 2013). Entretanto, a eliminação de outros minerais presentes no sal de mesa, implica no aumento do teor de cloreto de sódio (NaCl), podendo assim, ser prejudicial à saúde quando consumido em excesso.

Segundo Nilson et al. (2012), o número de portadores de doenças cardiovasculares tem aumentado no Brasil, podendo estar associado ao consumo excessivo de cloreto de sódio (NaCl), os brasileiros consomem em média, 14 g diárias de sal, enquanto a Organização Mundial de Saúde propõe o consumo de 5 g diárias de sal para uma alimentação saudável, tornando mais frequente a busca por sais alternativos, que possuem menor teor de sódio (INSUMOS LTDA, 2013; DA COL, 2013).

Alternativas de sais disponíveis no comércio, vem ganhando destaque por possuir, teoricamente, características atrativas, como a redução no teor de sódio e

maior quantidade de minerais, isto devido a ausência de refino na sua obtenção, já que o produto possui elevado grau de pureza. Dentre os sais que apresentam tais características destaca-se o sal rosa do Himalaia (DE MELO et al., 2008).

Esse tipo de sal, além de possuir, teoricamente, menor teor de sódio em comparação ao sal de cozinha, possui em sua composição uma grande variedade de minerais como o ferro, cálcio, magnésio, entre outros. Além disso, possui sabor acentuado e coloração atrativa, podendo variar sua cor do branco ao rosa avermelhado, dependendo do local de extração e dos minerais nele presentes (RAHMAN et al., 2015).

Desta forma, o estudo tem como principal objetivo caracterizar e comparar quimicamente os principais sais de cozinha disponíveis no mercado (refinado e grosso) com o sal rosa de Himalaia (fino, grosso e a granel) por meio de análises físico-químicas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho foi caracterizar e comparar quimicamente o sal de cozinha com o sal rosa do Himalaia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterização físico-química do sal de mesa e do sal rosa do Himalaia.
- Avaliar na prática se o sal rosa do Himalaia possui menor teor de sódio em relação ao sal de cozinha, e se isso difere de forma significativa.
- Avaliar o grau de pureza dos sais pela determinação de sólidos insolúveis.
- Identificação e quantificação de oligoelementos presentes nos sais pelo método de espectrofotometria de absorção atômica com chama (FAAS).
- Verificar se os parâmetros físico-químicos de umidade, sólidos insolúveis totais em água, cloretos e o teor de iodo do sal de cozinha estejam em conformidade com os valores impostos pela legislação.
- Avaliar possíveis vantagens ou desvantagens que as duas variedades possam apresentar quando comparadas, como menor teor de sódio, maiores teores de minerais, elevado grau de pureza e etc;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 HISTÓRIA DO SAL

O sal comum de mesa sempre foi uma substância de grande importância na vida humana. Seu uso já constata desde os tempos remotos, onde era utilizado como principal objetivo na conservação de alimentos (CHEMELLO, 2005).

Na China, a regulamentação do comércio do sal era tanto lucrativa ao governo, que em 110 a.C., o Imperador chinês Han Wu Di, estabeleceu o monopólio do comércio do sal, onde ficaria sujeito a pena de morte o indivíduo que não respeitasse o monopólio (ROMANI, 2012).

O uso do sal como moeda era frequente entre gregos e romanos em suas operações de compra e venda, assim como para a remuneração dos soldados. Em 250 a.C., o exército romano salgou as terras dos cartagineses após vencê-los numa batalha, pois assim acreditavam, que suas terras se tornariam inférteis (ROMANI, 2012).

O sal era também considerado um símbolo religioso, tanto que, na bíblia sagrada o sal é citado diversas vezes, tanto no antigo testamento, como no novo testamento (CHEMELLO, 2005). Leonardo Da Vinci, em sua obra denominada “A última ceia”, demonstra um saleiro derramado ao lado de Judas Iscariotes, representando a traição do discípulo a Jesus Cristo.

Rebeliões históricas ocorreram por causa do sal, como por exemplo, a rebelião que houve durante a revolução na França em 1789, devido a uma taxa denominada Gabelle. Gabelle era um imposto sobre o sal, onde a produção do sal era um monopólio do estado, obrigando todo habitante a comprar anualmente no mínimo 7 libras de sal do governo com o preço de até 60 vezes maior que o preço básico. Esta taxa de imposto foi finalmente extinta após o rei ter sido decapitado durante a Revolução Francesa (NORSAL, 2012).

Na década de 1930 na Índia, diante de taxas abusivas cobradas pelos ingleses, iniciou-se o movimento da desobediência civil, liderado por um líder político e espiritual chamado Ghandi. Este líder contou com mais de 250 milhões de seguidores hindus, que viram nele a encarnação viva de todos os ideais do povo e da dignidade (NORSAL, 2012).

Segundo Duarte (1942), em 1631, Portugal estabeleceu um monopólio que proibia a extração do sal no Brasil, fazendo com que os brasileiros que tinham acesso abundante ao sal, fossem obrigados a comprá-lo por um preço abusivo da metrópole portuguesa. Porém, o estabelecimento deste monopólio, coincidiu com a descoberta do ouro em Minas, fazendo com que a produção do sal se intensificasse, com o intuito de atender a demanda de toda aquela região.

No fim do século XVIII, com a ameaça que a metrópole portuguesa vinha sofrendo para o fim do sistema colonial, o príncipe regente D. João VI, aboliu o monopólio de extração do sal, tornando livre a produção e o comércio do produto no Brasil. É importante salientar que os efeitos da abolição deste monopólio demorariam a ser notados, em virtude do processo primitivo de exploração, que foi retomado com quase um século de atraso. Contudo, em 1937 o Brasil já era um dos maiores produtores de sal do mundo (SOUZA, 1988).

O sal deixou na história registros marcantes de sua importância, extraído desde os tempos antigos, ele rapidamente emergiu como poderoso instrumento econômico e político. Atualmente o sal é pouco valorizado, pois 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 e muitos outros produtos, estando presente em mais de 100 produtos químicos importantes (FINOSAL, 2012).

3.2 SAL DE MESA

O sal de mesa, também chamado de sal de cozinha, é uma combinação de cloreto de sódio (NaCl), que é o seu principal constituinte (estando presente no sal numa proporção acima de 99%), ferrocianeto de sódio e alumínio silicado de sódio (ambos utilizados como antiúmectantes) e iodato de potássio, que é o componente responsável pela presença de iodo no sal (MEDEIROS, 2004).

Segundo Anvisa (2004), o sal de mesa extraído e comercializado no Brasil, deve ser extraído de fontes naturais (como todo sal para consumo humano), apresentar coloração branca, granulação uniforme, ser inodoro e possuir sabor salino característico, ser isento de sujidades e microorganismos patogênicos, além disso, deve

conter em sua composição, de 15 a 45 mg de iodo por quilograma de sal, sendo que, a denotação “sal de mesa” se refere ao sal refinado e sal refinado extra.

Durante os processos de beneficiamento do sal de mesa, a maior parte dos minerais são propositalmente eliminados, pois a presença de minerais pode afetar a cor e o sabor característico deste tipo de sal (INSUMOS LTDA, 2013; DA COL, 2013).

3.3 BENEFICIAMENTO DO SAL

Existem diversos tipos de processos para a extração do sal, porém as formas de extração mais utilizadas são: extração por mineração subterrânea, mineração por solução ou através da evaporação solar (DE MELO et al., 2008).

Segundo ISAL (2012), a mineração subterrânea é feita através de câmaras de acesso até grandes depósitos de sal que ficaram presos no fundo do mar, devido o movimento das placas tectônicas. Após removido ele é moído e levado para a indústria onde sofre o processo de beneficiamento. A mineração por solução, ocorre quando o movimento das placas tectônicas faz com que alguns depósitos de sal sejam empurrados para fora, facilitando assim o trabalho das mineradoras que não precisam extraí-lo, apenas necessitam dissolver esse sal em água e transportá-lo até a indústria, onde essa solução passará por evaporação para concentrar o sal que, após o processo, já estará pronto para ser refinado. Já a evaporação solar é feita através de grandes salinas a beira dos mares, onde a água fica exposta ao sol durante dias para completa evaporação, restando apenas o sal para ser lavado, seco e refinado.

No Brasil, a produção de sal marinho é realizada principalmente por evaporação solar e a vácuo, em salinas localizadas nos estados do Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro, Ceará e Piauí. Por sua vez, as reservas de sal gema localizam-se nos estados do Espírito Santo, Sergipe, Alagoas e Bahia (DNPM, 2014).

Na produção do sal de mesa refinado (Figura 1), geralmente a matéria prima utilizada é um sal que, após extraído apresentou granulometria muito fina para a produção de sal grosso, moído ou triturado e por isso é vendido para as refinarias. Com a chegada desse sal em seu estado bruto ele é armazenado no estoque, onde aguardará os processos de beneficiamento. Do estoque, o sal vai para a linha de produção, onde é lavado com uma salmora saturada e controlada para evitar a dissolução e reduzir o teor de impurezas. Logo após, é transferido para centrífugas

onde é seco (eliminando a água utilizada no processo anterior), e enviado para peneiras, onde irá separar os cristais e eliminar aqueles que não servem para o refinamento.

Durante o refinamento do sal, antiemectantes (ferrocianeto de sódio e alumínio silicado de sódio) e o iodo são adicionados, seja por borrifação de solução ou mistura de sua forma em pó. Por último, o sal é transferido para as máquinas empacotadoras onde deve se ter o controle de embalagem, lote, peso e impressão durante o enfardamento do sal. Após envasado o produto acabado deve passar por um controle de qualidade interno, através de análises do teor de iodo, umidade e outras determinações analíticas, de forma a garantir que o produto esteja dentro dos parâmetros de qualidade estabelecidos pela Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA) e assim esteja pronto para ser distribuído para comercialização (REFIMOSAL; FINOSAL 2012).

Na produção do sal grosso, o sal sofre um processo de recristalização mais lento, podendo passar por várias semanas de evaporação e processo de cristalização das águas salinas altamente saturadas, além disso é produzido sem especificações granulométricas, o que explica a formação de cristais maiores que são característicos do produto acabado (MEDEIROS, 2004).

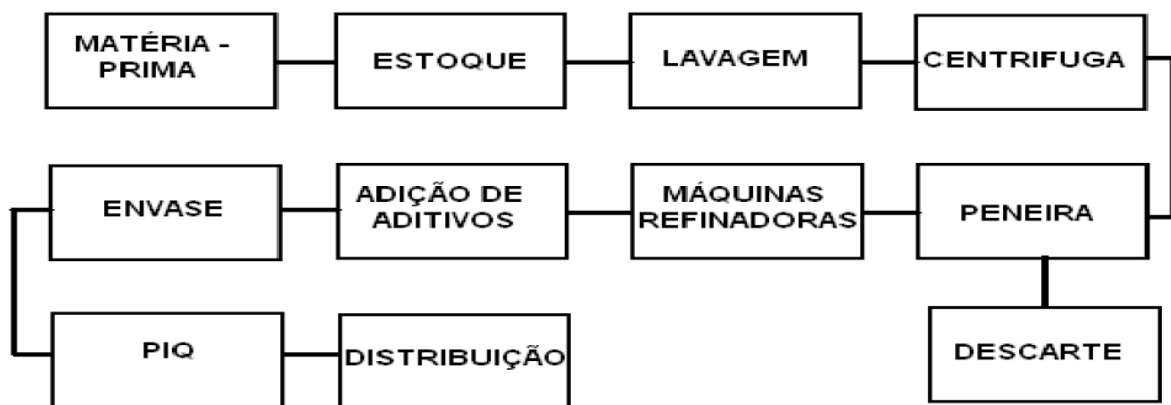


Figura 1- Fluxograma do processo de produção do sal de mesa refinado.
Fonte: RDC, (2000).

3.4 IMPORTÂNCIA DO SAL NO ORGANISMO

O sal é indispensável para nossa saúde, pois ele é nossa principal fonte de sódio e cloro. Estima-se que até 40% do sódio presente do nosso corpo pode estar concentrado nos ossos. O papel que o sódio desempenha em nosso organismo é

fundamental, uma vez que ele regula o volume do plasma sanguíneo, contribui para a absorção de glicose, atua nas funções celulares e na transmissão de impulsos nervosos, permitindo o funcionamento do nosso cérebro e o controle das nossas funções vitais. O cloro, por sua vez, é fundamental para o processo digestivo, sendo base para o suco gástrico do nosso estômago, é secretado como ácido clorídrico, contribui para a manutenção do equilíbrio ácido-base e ainda auxilia o transporte de gás carbônico das células sanguíneas para os pulmões (OLIVEIRA; MARCHINI, 1998).

A absorção do sal acontece de forma rápida: o sal é transferido do intestino para os rins, onde é filtrado e retorna imediatamente para o sangue. Uma parte do sódio é eliminada do nosso organismo através da urina, e a outra através do nosso suor, no entanto, um aumento de sódio em nosso organismo é detectado através da sensação de sede (OLIVEIRA; MARCHINI, 1998).

A ingestão deficiente de sal (consumo diário abaixo de 1 grama para adultos) pode acarretar problemas a saúde, pode ocorrer, por exemplo, alteração no perfil lipídico do organismo, este por sua vez, aumentará os índices de colesterol ruim, promovendo o depósito de gordura nas paredes das artérias.

Em virtude da importância do consumo de sal para a saúde, torna-se necessário o monitoramento periódico da qualidade do sal de cozinha disponível para o consumo da população (SILVA; et al., 2010).

3.5 IMPORTÂNCIA DA ADIÇÃO DE IODO NO SAL DE COZINHA

O iodo é uma substância indispensável para a saúde humana pois é o elemento responsável pela biossíntese de hormônios tireoideanos, os quais são fundamentais no desenvolvimento fetal, na regulação metabólica das células e no crescimento físico e neurológico dos seres humanos, portanto, a deficiência dessa substância pode acarretar sérios distúrbios ao indivíduo. Sendo assim, o ministério de saúde passou a utilizar o sal como veículo de suplementação de iodo à população, isto porque o iodo deve ser ingerido em pequenas quantidades e o sal atinge esse objetivo, já que é um produto consumido em pequenas quantidades diariamente (SILVA, 2016).

A Lei Ordinária nº 1944, de 14 de agosto de 1953, foi a primeira lei que obrigava a iodação do sal no Brasil, visto que o fornecimento de iodeto de potássio utilizado na iodação do sal era responsabilidade do Ministério da Saúde, devendo o mesmo ser

fornecido a preço de custo as empresas salineiras. Segundo a RDC nº 23/2013 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o sal comercializado atualmente no Brasil deve possuir entre 15 e 45 mg de iodo por quilo do produto.

A carência de iodo durante a gravidez pode causar diversos problemas, como a má formação do feto, o nascimento de crianças pré-maturas ou com cretinismo, e até mesmo ocasionar aborto (MAHAN; STUMP, 2005).

O cretinismo é um dos problemas mais graves associado com a deficiência de iodo, é um defeito congênito do desenvolvimento físico e mental causado pela carência de iodo durante o desenvolvimento fetal. Os hormônios tireoidianos maternos acabam tendo dificuldades ao atravessar a placenta. Desta forma, o feto é dependente de suas próprias secreções da tireóide, da maturação da própria função hipotalâmica, e da oferta de iodo na alimentação da mãe, que atravessa prontamente a barreira placentária. Em áreas com deficiência severa de iodo, o cretinismo pode afetar de 5 a 15 % da população (OLIVEIRA; MARCHINI, 1998).

Durante o desenvolvimento de crianças e adolescentes, a deficiência de iodo pode ainda, acarretar distúrbios nas funções psicomotoras, atraso no crescimento e diminuição na capacidade de concentração e aprendizado. Enquanto em adultos pode diminuir o aprendizado e promover a apatia. Já em indivíduos de todas as idades, quadros de deficiência de iodo moderada a severa, podem causar bócio, aumentar o hipotireoidismo, além de tornar a glândula da tireóide mais susceptível a danos (MAHAN; STUMP, 2005).

O bócio é uma doença causada pela deficiência de iodo em indivíduos já na fase adulta. A doença conhecida popularmente como “papo” é causadora do aumento da glândula tireóide, localizada na região do pescoço. Em estágios mais avançados, essa doença pode gerar insuficiência respiratória, dificuldades para engolir, dores e desconfortos no pescoço (MAHAN; STUMP, 2005). A Figura 2 ilustra um caso de bócio acarretado pela carência de consumo de iodo.



Figura 2- Exemplo de bócio acarretado pela carência de consumo de iodo.

Fonte: Thyroid and Parathyroid Disorders, (2018).

De acordo com Oliveira e Marchini (1998), o bócio simples não é causado somente pela carência de iodo, apesar dessa ser uma das principais causas da doença. Existem algumas substâncias contidas em determinados alimentos que também podem acarretar o bócio, bloqueando a absorção do iodo no organismo. Tais substâncias encontram-se em pêssegos, amêndoas e soja, entretanto, há uma outra substância conhecida como pregoitrina, que pode ser encontrada no repolho, couve e nabo, que quando transformado em goitrina, interfere na absorção de iodo pelo organismo. Além disso, o uso excessivo de antibióticos e a deficiência de enzimas responsáveis pela liberação dos hormônios tireoidianos também podem causar o bócio.

Por outro lado, o consumo de iodo em excesso, também pode acarretar danos a saúde, podendo causar hipotireoidismo clínico e sub clínico, definido como um aumento do Hormônio Estimulante da Tireóide (TSH) no sangue, fazendo com que a glândula hipófise trabalhe muito para manter a produção de hormônios tireoidianos, necessitando de um estímulo extra da hipófise para manter a produção normal de hormônios, e a tireóide auto-imune, mais conhecida como síndrome de Hashimoto, tendo como principal sintoma a inflamação da tireóide, onde o próprio organismo fabrica anticorpos contra a tireóide, provocando a destruição da glândula ou a redução da sua atividade, o que pode levar ao hipotireoidismo por carência na produção dos hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) (MAHAN; STUMP, 2005).

De acordo com ANVISA (2012), a quantidade de iodo que o nosso organismo necessita em toda nossa vida é mínima, o que equivale a uma colher de chá, devendo ser adicionado na forma de iodeto ou iodato. Porém, o consumo diário recomendado

de iodo é de 130 microgramas para adultos e 200 microgramas para gestantes e lactantes.

3.6 RISCOS DO EXCESSO DE CONSUMO DE SAL

O sal comum é empregado rotineiramente na cozinha e no processamento dos mais variados tipos de alimentos, e por ser rico em sódio, é necessário que se tenha um controle de sua ingestão, pois o consumo excessivo de sódio pode acarretar diversos problemas a nossa saúde (LANE, 2008).

A maioria das pessoas apresenta sensibilidade ao sal, decorrendo da resposta da pressão arterial frente à variação do conteúdo de sal contido na dieta, o que faz com que o organismo acumule sódio com mais facilidade, devido a incompetência funcional dos rins causada pela hipertensão, dificultando a excreção de líquidos e sódio nas quantidades desejáveis, de modo que, conseqüentemente, irá afetar os rins, levando também a um aumento da pressão sanguínea, causando a hipertensão (REFIMOSAL, 2012).

Estudos populacionais epidemiológicos sustentam que o sal tem seu papel na etiologia da hipertensão. A correlação entre o aumento da prevalência da hipertensão e a ingestão de sal é bastante citada na literatura (MAHAN; STUMP, 2003).

Segundo Heimann (2004), uma dieta com conteúdo elevado de sal pode estar associada com maior pressão arterial e mortalidade por doenças cardiovasculares. Essa associação está diretamente relacionada à pressão arterial e às complicações cardiovasculares.

Além disso, a literatura aponta uma associação entre o consumo excessivo de sódio e o desenvolvimento de doenças crônicas, desde a hipertensão arterial e doenças cardiovasculares até o câncer de estômago, doenças renais e osteoporose, entre outros (DICKINSON, 2007).

A OMS (2011), recomenda o consumo de 2000 mg de sódio diariamente, o que equivale em média de 5 a 6 gramas de sal, cerca de uma colher de chá. Porém, os brasileiros ultrapassam esse limite, consumindo até 14 gramas diárias de sal, valor muito acima do recomendado. Para crianças e adolescentes, os limites máximos de consumo de sódio são ainda menores, visto serem populações mais vulneráveis. A redução do consumo nessas faixas etárias precoces representa melhoria da saúde cardíaca na vida adulta. É recomendado que os pais não acrescentem sal na dieta

das crianças até os dois anos de idade, pois o leite materno e os alimentos já têm o papel de suprir as suas necessidades de sódio, evitando assim que a criança se acostume com alimentos muito salgados, pois nessa fase já se forma o padrão gustativo. Já os idosos devem consumir menos sal por terem a facilidade de reter mais sódio, causando a hipertensão, podendo gerar lesões no cérebro, coração, rins e olhos (COXSON, 2010).

Existem evidências, em modelos animais, de que o consumo de sódio na gravidez pode determinar um aumento da preferência por sódio na fase adulta nos descendentes, indicando a necessidade de maior atenção também às gestantes (NICOLAIDIS, 2008).

As iniciativas voltadas à redução do consumo de sódio se destacam entre as ações de prevenção e controle das doenças crônicas diretamente associadas à alimentação por uma relação positiva entre custo e efetividade. Entre as principais estratégias encontram-se a redução voluntária do conteúdo de sódio de alimentos processados e a realização de campanhas de mídia para a promoção de hábitos alimentares saudáveis, que segundo estimativas da OMS, poderiam evitar 2,5 milhões de mortes e poupar bilhões de dólares aos sistemas de saúde no mundo (CAMPBELL; et al., 2011).

3.7 CONTROLE DE QUALIDADE DO SAL DE COZINHA

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.

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.

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. O Quadro 1 demonstra os limites máximos expressos em porcentagem (%) de umidade, cálcio, magnésio e sulfato, além do limite mínimo de cloretos para o sal destinado ao consumo humano, segundo a Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA).

Quadro 1 - Padrões de qualidade para o sal destinado ao consumo humano.

Fonte: Inmetro, (2004).

| Ensaio | Sal Comum | | Sal Refinado |
|-------------------------------------|---|--------|--------------|
| | (Moído, Grosso, Triturado ou Peneirado) | | |
| | Tipo 1 | Tipo 2 | |
| 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 (Base Úmida) (mín) | 96,96 | 95,99 | 99,19 |
| Cloreto de Sódio (Base Seca) (mín) | 99,46 | 98,99 | 99,39 |

3.8 SAL ROSA DO HIMALAIA

O sal rosa do Himalaia é um produto que ganhou popularidade nos últimos anos, e ainda ganha destaque atualmente em função de seus possíveis benefícios à saúde em substituição ao sal refinado. A região do onde o sal é extraído abrange cinco países (China, Paquistão, Índia, Nepal e Butão), porém a maior parte deste sal é extraído das minas de sal de Khewra, localizada no distrito de Jhelum, na cidade de

Punjab (Paquistão). Esta mina é a segunda maior do mundo e a deposição do sal ocorreu desde o período Pré-Cambriano (RAHMAN et al., 2015).

A importação do sal rosa por indústrias brasileiras impulsionou o seu consumo, que aumentou significativamente nos últimos tempos. O maior estímulo ao consumo do sal rosa do Himalaia, justifica-se na teoria de que o produto apresenta teor reduzido de sódio e maior teor de oligoelementos em comparação com o sal de mesa. O sal rosa apresenta em sua composição elementos traços como o ferro, cálcio e magnésio, entre outros, e apesar da coloração rosa ser a mais comum, o produto pode ser encontrado em outras colorações, como transparente, branca, rosa e avermelhada, que variam de acordo com o local de extração e minerais nele contidos (RAHMAN et al., 2015).

A coloração rosa avermelhada do sal do Himalaia é a mais utilizada para fins comerciais por ser uma cor atrativa e uma característica marcante do produto, sendo que, tal coloração é justificada pela presença de óxido de ferro em sua composição (DA COL, 2013).

. O sal rosa do Himalaia difere-se ainda dos outros sais industrializados por ser obtido manualmente, sem sofrer nenhum tipo de refinamento devido sua pureza elevada. É uma fonte natural de vários oligoelementos, que estimulam os mecanismos de hidratação, evitando a diferenciação celular e favorecendo a produção de fatores naturais de hidratação da pele (CALEFFI, 2012).

De acordo com alguns estudiosos e pesquisadores, além de fornecer minerais essenciais, o sal rosa contribui para o balanço dos eletrólitos do corpo, melhorando a capacidade de absorção de nutrientes, regula o pH natural do corpo, normaliza a pressão sanguínea e melhora a circulação, benefícios que são resultados da ausência de refino, processo normalmente utilizado no sal de mesa com a finalidade de reduzir o teor de impurezas (LANE, 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho foi desenvolvido no laboratório físico-químico da Coamo Agroindustrial Cooperativa, situada no município de Campo Mourão-Pr e nos laboratórios de apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Campo Mourão- Pr, Brasil.

4.2 PREPARO E PADRONIZAÇÃO DE SOLUÇÕES

As soluções utilizadas neste estudo foram preparadas e padronizadas conforme a metodologia da AOAC.

4.2.1 PREPARO DA SOLUÇÃO DE NITRATO DE PRATA 0,1 MOL.L⁻¹

O sal de nitrato de prata foi previamente seco em estufa por 1 hora a 130 °C, logo foi dissolvido, com auxílio de agitador magnético, 17 g do sal de nitrato de prata seco em 1000 mL de água deionizada. A solução foi acondicionada em frasco de vidro âmbar de 1000 mL e reservada. A mesma foi padronizada com solução de cloreto de potássio.

4.2.2 PREPARO DA SOLUÇÃO INDICADORA DE CROMATO DE POTÁSSIO

Foi dissolvido, com auxílio de bastão de vidro, 50 g de cromato de potássio em estado sólido em Becker em 300ml de água deionizada. A solução foi transferida, com auxílio de um funil de plástico, para um balão volumétrico de 500 mL que foi completado até a marca de aferição com água deionizada e em seguida acondicionada em frasco de vidro âmbar de 500 mL.

4.2.3 PREPARO DA SOLUÇÃO DE TIOSSULFATO DE SÓDIO 0,1 MOL.L⁻¹

Para o preparo da solução de tiossulfato de sódio 0,1 mol.L⁻¹, foi utilizada 1200mL de água deionizada previamente fervida em chapa aquecedora e resfriada a

50 °C. Foi pesado 24,9 g de tiosulfato de sódio e 0,2g de carbonato de sódio em vidro relógio. As alíquotas pesadas foram transferidas para Becker de 500 mL, o vidro relógio foi lavado três vezes com água deionizada, transferindo a água para o béquer de 500 mL e dissolvendo com auxílio de bastão de vidro. A solução foi transferida, com auxílio de um funil de vidro, para um balão volumétrico de 1000 mL que foi completado com água deionizada até a marca de aferição e agitado até que a solução se torne totalmente homogênea.

4.2.4 PREPARO DA SOLUÇÃO DE TIOSSULFATO DE SÓDIO 0,005 MOL.L⁻¹

Foi transferido 50 mL da solução de tiosulfato de sódio 0,1 mol.L⁻¹ recém preparada para um balão volumétrico de 1000 mL que foi completado até sua marca de aferição com água deionizada e agitado vigorosamente para melhor homogeneização da solução. A solução foi acondicionada em frasco de vidro âmbar de 1000 mL e ficou em repouso e ao abrigo da luz por 48 horas. A solução de tiocianato de sódio, foi padronizada com solução de dicromato de potássio.

4.2.5 PREPARO DA SOLUÇÃO DE IODETO DE POTÁSSIO 15%

Foi diluído, em agitador magnético, 150 g de iodeto de potássio em 500 mL de água deionizada. Com auxílio de um funil, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 1000 mL, lavando o Becker com água deionizada. O balão foi completado até a marca de aferição com água deionizada, transferindo a solução para um frasco de vidro âmbar e reservada.

4.2.6 PREPARO DA SOLUÇÃO SATURADA DE IODETO DE POTÁSSIO

Com auxílio de uma proveta de 50 mL, foi adicionado 20 mL de água deionizada em um Becker de 100 mL que logo foi levado ao o agitador magnético. Com auxílio de uma espátula, foi adicionado iodeto de potássio aos poucos, até que não haja mais diluição. Após certificar a existência de cristais de iodeto de potássio na solução, a mesma foi acondicionada em frasco de reagentes âmbar e armazenada em local escuro.

4.3 OBTENÇÃO E PREPARO DAS AMOSTRAS

As amostras foram adquiridas em supermercados e lojas de produtos naturais do município de Campo Mourão-Pr, sendo obtidas duas amostras de marcas diferentes de sal comum refinado, duas amostras de marcas diferentes de sal grosso, duas amostras de marcas diferentes de sal rosa do Himalaia fino, duas amostras de marcas diferentes de sal rosa do Himalaia grosso e duas amostras de sal rosa do Himalaia a granel (sendo uma de sal rosa fino e outra de sal rosa grosso), totalizando dez amostras.

As amostras de sal grosso foram moídas e transportadas junto com as demais amostras ao laboratório físico-químico, onde foram todas preparadas por quarteamento (conforme mostra a Figura 3), afim de obter uma amostragem uniforme.

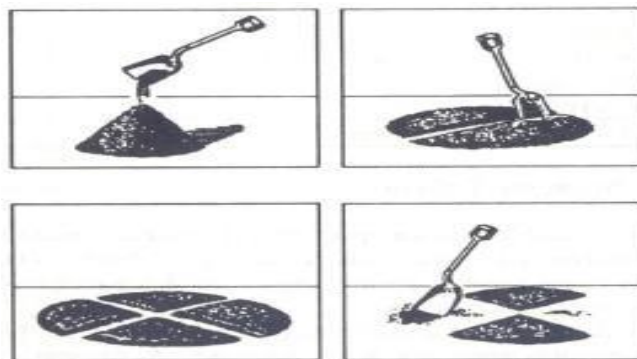


Figura 3- Esquema ilustrativo da técnica de quarteamento sobre superfície rígida, limpa e plana.

Fonte: Apostila de ensaios de concretos e agregados, (2011).

4.4 ANÁLISES FÍSICO- QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram todas realizadas no laboratório físico-químico, onde foi determinado em triplicata os seguintes parâmetros: teor de umidade, cloreto de sódio, sólidos insolúveis totais em água e teor de iodo na forma de iodato.

4.4.1 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

O conteúdo de umidade das amostras foi determinado conforme o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foi pesado, com auxílio de balança analítica marca Adventure Haus mod. AR2140, aproximadamente 5 g de amostra em cápsulas

metálicas de 8,5 cm de diâmetro previamente taradas e levadas para estufa com circulação mecânica marca FANEM, mod.V320E regulada a 105°C. Após aquecimento em estufa, as amostras foram resfriadas em dessecador e pesadas novamente. As operações de aquecimento e resfriamento foram repetidas a cada duas horas, até obter peso constante. Os resultados do teor de umidade das amostras foram obtidos pela equação 1:

$$\frac{P1-P2}{Pa} \times 100 = \text{Teor de umidade (\%)} \quad (1)$$

Em que $P1$ representa o peso da cápsula com a amostra antes da dessecação, $P2$ o peso da cápsula com a amostra após a dessecação e Pa é o peso da amostra em gramas.

4.4.2 DETERMINAÇÃO DE CLORETOS EM CLORETO DE SÓDIO

O teor de cloreto de sódio, das amostras estudadas, foi determinado pelo método argentométrico de Mohr. Após pesar aproximadamente 5 g de amostra, a massa foi transferida, com auxílio de 200 mL de água deionizada, para balão volumétrico de 500 mL, onde ficou em repouso durante 3 horas, e em seguida, foi completado o volume com água deionizada e agitado. Logo foi transferido, com auxílio de pipeta volumétrica, exatamente 10 mL da solução salina para erlenmeyer de 250 mL. Por último, foi adicionado 50 mL de água deionizada e duas gotas de indicador cromato de potássio 10 % e prosseguiu-se a titulação com solução de nitrato de prata 0,1 mol.L⁻¹ até mudança de coloração de amarela para vermelho-tijolo, indicando o ponto final da titulação, como mostra a Figura 4.

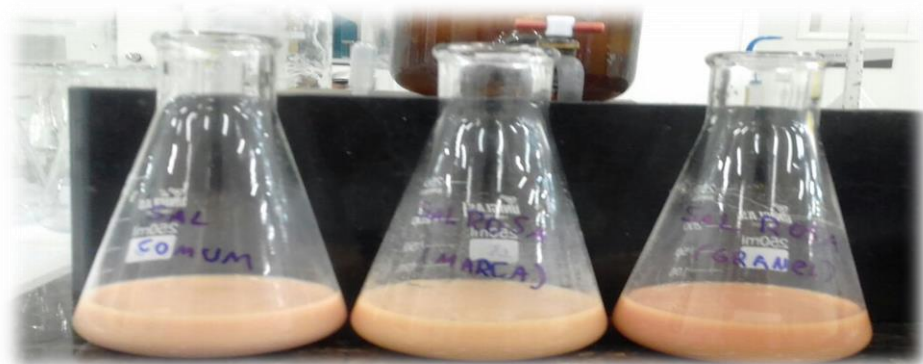


Figura 4- Coloração final obtida na titulação do cloreto de sódio.

Fonte: Autoria própria, (2018).

O teor de cloreto de sódio das amostras foi calculado pela equação 2:

$$\frac{V \times F \times 0,5845}{P} = \% \text{ de cloreto de sódio} \quad (2)$$

Onde V representa o volume de solução de nitrato de prata $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ gasto na titulação, F é o fator da solução de nitrato de prata $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ e P é o peso da amostra em gramas.

4.4.3 SÓLIDOS INSOLÚVEIS TOTAIS EM ÁGUA

Com auxílio de balança semi-analítica marca Gehaka mod. BK1000, foi pesado 50 g de amostra em bécker de 500 mL e dissolvida com aproximadamente 300 mL de água deionizada em agitador magnético microcontrolado Tecnal mod. TE-080. A solução foi filtrada em cadinho de Gooch com filtro Whatman de 47 mm de diâmetro, utilizando um sistema de filtração a vácuo simples, composto por Kitassato e bomba de vácuo (Figura 5). A lavagem do cadinho e do bécker foi realizada com porções de 20 mL de água deionizada, até que todo o cloreto de sódio fosse eliminado, para isso, foi testado adicionando uma gota de solução de nitrato de prata $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ no filtrado que não deveria apresentar opacidade ao fim da lavagem. Após a filtração, o cadinho de Gooch foi seco em estufa com circulação mecânica marca FANEM, mod. V320E regulada a 105°C e resfriado em dessecador. As operações de aquecimento e resfriamento foram repetidas a cada 30 minutos, até obter peso constante.



Figura 5- Sistema de filtração utilizado na filtragem das amostras.

Fonte: Autoria própria, (2018).

O teor de sólidos insolúveis totais das amostras foi calculado através da equação 3:

$$\frac{100 \times N}{P} = \% \text{ Insolúveis totais em água} \quad (3)$$

Em que N representa o nº de gramas de insolúveis totais em água e P é o peso da amostra em gramas.

4.4.4 TEOR DE IODO NA FORMA DE IODATO

Pesou-se 10 g da amostra em balança analítica marca Adventure Haus mod. AR2140 e logo foi transferida, com auxílio de 200 mL de água deionizada, para um erlenmeyer de 300 mL e agitado até a completa dissolução dos cristais. Em seguida foi adicionado 5 mL de solução de ácido sulfúrico $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ e 1 mL de solução de iodeto de potássio 15 % tornando a solução com coloração amarelada (Figura 6).

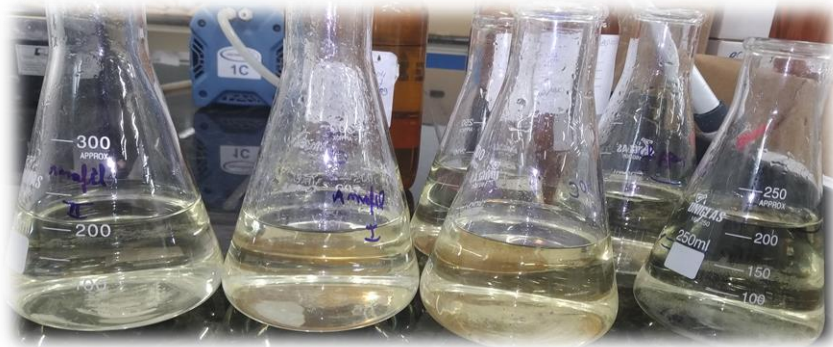


Figura 6- Mudança de coloração das amostras após a adição de iodeto de potássio.
Fonte: Autoria própria, (2018).

A solução foi agitada vigorosamente, em agitador magnético Solab mod.SL90, foi pipetado 2 mL de solução de amido 1 % utilizada como indicador, observando a mudança de coloração de amarela para roxo-azulado (Figura 7).



Figura 7- Coloração obtida após a adição da solução indicadora de amido.
Fonte: Autoria própria, (2018).

Prosseguiu-se com a titulação do iodo com solução de tiosulfato de sódio $0,005 \text{ mol.L}^{-1}$, utilizando uma bureta de 10 mL, até que a solução se torne incolor, indicando o ponto final da titulação (Figura 8).



Figura 8- Ponto final da titulação do iodo com tiosulfato de sódio.
Fonte: Autoria própria, (2018).

O teor de iodo das amostras foi obtido pela equação 4:

$$\frac{V \times F \times 10,58}{P} \quad (4)$$

Em que V representa o volume de tiosulfato de sódio gasto na titulação, F o fator da solução de tiosulfato de sódio e P é o peso da amostra em gramas.

4.5 ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

4.5.1 PREPARO DAS AMOSTRAS E CURVAS DE CALIBRAÇÃO

As amostras foram diluídas para obtenção de uma solução $0,1 \text{ g.L}^{-1}$, para quantificar o teor de minerais presentes nas amostras de sal. Para quantificação, curvas de calibração precisaram ser preparadas. Para as curvas de calibração foram preparadas três soluções mãe distintas na concentração de 100 mg.L^{-1} , obtendo as soluções de cloreto de sódio, cloreto de magnésio e de cloreto férrico. A partir destas soluções foram feitas sucessivas diluições, obtendo as soluções de 50 mg.L^{-1} , 20 mg.L^{-1} , 10 mg.L^{-1} , 1 mg.L^{-1} e $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$. A partir da absorbância dessas concentrações, foram criadas curvas de calibração específicas para a determinação de ferro,

magnésio e sódio. Quanto aos dados relativos às curvas de calibração dos elementos, esses podem ser observados na Tabela 1.

Tabela1- Dados referentes às curvas de calibração de Fe, Mg e Na e limiares analíticos.

| Elemento | Faixa linear (mg L ⁻¹) | Equação da curva analítica | R ² | LI (mg.L ⁻¹) | LS (mg.L ⁻¹) |
|----------|---------------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Fe | 0,00-0,200 | Abs=k1Fe+k2Fe*conc | 0,9904 | 0 | 55,0 |
| Mg | 0,00-0,200 | Abs=k1Mg+k2Mg*conc | 0,9917 | 0 | 22,0 |
| Na | 0,00-0,200 | Abs=k1Na+k2Na*conc | 0,9974 | 0 | 22,0 |

Abs = absorvância; K1Fe= 0,004875; K2Fe= 0,006850; K1Mg= 0,027402; K2Mg= 0,056918; K1Na= 0,101528; K2Na= 0,085846; R2 = Coeficiente de determinação; LI = Limite Inferior; LS = Limite Superior.

4.5.2 DETERMINAÇÃO DE OLIGOELEMENTOS POR ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA COM CHAMA (FAAS)

As análises de absorção atômica das amostras foram realizadas em triplicata, em espectrofotômetro Analytik Jena mod. NovAA 300 (Jena, Alemanha) utilizando atomização com chama ar/acetileno e água deionizada como branco, para a determinação de ferro, magnésio e sódio. As condições de operação realizada no espectrofotômetro podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2- Condições de operação do EAA Analytik Jena NovAA 300 para determinação de minerais.

| Método | T/L | C/L | Chama | A/Q | T/N | F/C | Linha | Fenda |
|---------------|-------|--------|-----------------------------------|-------|-----------------------------|-----------|-------------|-----------|
| CB Fe/50mm | HCL | 6.0 mA | C ₂ H ₂ /ar | 8 mm | 5.0 mL.min ⁻¹ | 55 l/h | 248.3 nm | 0.2 nm |
| CB Mg/50mm | M-HCL | 2.0 mA | C ₂ H ₂ /ar | 12 mm | 5.0 mL.min ⁻¹ | 60 l/h | 285.2 nm | 1.2 nm |
| CB Na/50mm | M-HCL | 3.0 mA | C ₂ H ₂ /ar | 8 mm | 5.0 mL.min ⁻¹ | 65 l/h | 589.0 nm | 0,8 nm |

T/L= Tipo de lâmpada; C/L= Corrente da lâmpada; A/Q= Altura do queimador; T/N= Taxa de nebulização da amostra; F/C= Fluxo de combustível.

As análises estatísticas de todos os resultados obtidos foram realizadas com auxílio do software estatístico Sisvar, versão 5.6.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como o objetivo deste estudo foi comparar as variedades de sal e não as marcas dentro de cada tipo de sal, os resultados obtidos foram divididos em “grupo A” e “grupo B” para melhor comparação dos resultados. O grupo A corresponde ao primeiro grupo de amostras analisadas (foram as primeiras marcas de cada variedade de sal a serem determinadas), já o grupo B corresponde ao segundo grupo de amostras analisadas (foram analisadas outras marcas para cada variedade de sal), por fim, o grupo granel corresponde aos produtos que não possui marca registrada (sal rosa fino a granel e sal rosa grosso a granel).

Após estudar todas as amostras de sal refinado, grosso, a granel e sal rosa do Himalaia, de modo geral, os diferentes tipos de sais do primeiro grupo de amostras analisado (grupo A) apresentaram diferença significativa ($p < 5\%$) em relação aos teores de umidade (Tabela 3), exceto o sal rosa do Himalaia grosso que apresentou resultado de umidade estatisticamente igual ao sal comum refinado e ao sal rosa do Himalaia fino.

Já no segundo grupo analisado (grupo B), o sal grosso comum e o sal rosa do Himalaia grosso, apresentaram diferença significativa entre si e entre as demais amostras do grupo, enquanto o sal comum refinado e o sal rosa do Himalaia fino não apresentaram diferença significativa entre si em relação ao teor de umidade, segundo o teste de Tukey. O sal rosa do Himalaia grosso e o sal rosa do Himalaia fino apresentaram resultados de umidade estatisticamente iguais para o produto comercializado a granel. O sal grosso do grupo B apresentou o resultado de umidade mais elevado de todas amostras analisadas (apesar de estar dentro dos padrões estabelecidos para este tipo de sal), enquanto o sal grosso do grupo A apresentou a umidade mais baixa de todas, isto mostra uma grande variação de umidade entre as marcas de um mesmo tipo de produto.

Além disso, a amostra de sal comum refinado do grupo A apresentou resultado de umidade acima dos limites estabelecidos pela legislação (acima de 0,20%). Segundo Cecchi (2003), a umidade do produto pode estar relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, e quando elevada, pode afetar o processamento, estocagem e embalagem. Silva et al (2012), observou que 4 de 10 amostras de sal refinado comercializado no município de Lins-SP, apresentaram resultados de umidade acima dos limites estipulados.

A Tabela 3 demonstra os resultados médios de umidade obtidos para as amostras, após análise em triplicata.

Tabela 3- Resultados médios do teor de umidade encontrado para os diferentes tipos de sal (%)

| Tipo | Grupo A | Desvio Padrão | Grupo B | Desvio Padrão | Granel | Desvio Padrão |
|-----------------------------|----------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|
| Sal comum refinado | 0,2075 ^a | 0,0021 | 0,1300 ^a | 0,0029 | ND* | ND* |
| Sal rosa do Himalaia fino | 0,1510 ^b | 0,0330 | 0,1320 ^a | 0,0110 | 0,1010 ^a | 0,0040 |
| Sal comum grosso | 0,0480 ^c | 0,0091 | 0,7100 ^b | 0,0200 | ND* | .IND* |
| Sal rosa do Himalaia grosso | 0,1790 ^{ab} | 0,0078 | 0,1910 ^c | 0,0150 | 0,1200 ^a | 0,0160 |

^{a,b,c} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 5\%$) pelo teste Tukey; *ND: não determinado (produto indisponível no mercado).

Os resultados da determinação de cloretos pelo método argentométrico de Mohr (Tabela 4) demonstraram elevada pureza para as amostras de sal comum (refinado e grosso), sendo que estas não diferenciaram entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$). Garcia et al (2010) avaliou as duas marcas de sal comum refinado mais consumidas no município de Urataí-GO, sendo que ambas as marcas apresentaram elevado teor de cloretos (chegando a ultrapassar 100%), indicando que a determinação de cloretos pelo método de Mohr pode fornecer baixa precisão para comparar os resultados com os valores estabelecidos pela legislação. Em relação ao sal rosa do Himalaia, este apresentou diferença significativa entre sua versão fina e grossa e também diferenciaram do sal comum, o mesmo fato ocorreu no segundo grupo analisado (Grupo B), onde foram avaliadas outras marcas.

O sal rosa do Himalaia a granel, também apresentou diferença significativa em relação ao seu estado fino e grosso, sendo que sua versão fina obteve resultado de cloreto de sódio bastante alto, valor semelhante as amostras de sal comum (grosso e refinado). Os resultados da determinação de cloretos pelo método de Mohr estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Resultados médios do teor de cloreto de sódio (%)

| Tipo | Grupo A | Desvio Padrão | Grupo B | Desvio Padrão | Granel | Desvio Padrão |
|-----------------------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|
| Sal comum refinado | 100,020 ^a | 0,0021 | 100,007 ^a | 0,0064 | ND* | ND* |
| Sal rosa do Himalaia fino | 98,157 ^b | 0,0055 | 97,047 ^b | 0,0053 | 100,020 ^a | 0,028 |
| Sal comum grosso | 100,038 ^a | 0,0073 | 100,030 ^a | 0,0021 | ND* | ND* |
| Sal rosa do Himalaia grosso | 99,010 ^c | 0,0260 | 94,957 ^c | 0,0026 | 98,210 ^b | 0,010 |

^{a,b,c} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 5\%$) pelo teste Tukey; *ND: não determinado (produto indisponível no mercado).

O teor de sólidos insolúveis em água (Tabela 5) indicou baixo teor de impurezas para o sal comum (fino e grosso), já que este apresentou resultados dentro dos limites estabelecidos pela legislação para este tipo de produto. Já as amostras de sal rosa do Himalaia, a maioria delas apresentaram resultados maiores do que as amostras de sal comum, diferindo estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$). Neste caso, os resultados não devem ser associados ao teor de impurezas, uma vez que, o método não foi eficiente para avaliar a pureza deste tipo de sal, pois este produto apresentou uma solubilidade em água menor quando comparada ao sal comum, e devido a essa solubilidade relativamente baixa, houve aderência do sal ao papel filtro Whatman durante a filtração a vácuo (Figura 9), fato que provavelmente tenha contribuído bastante na distorção dos resultados para este ensaio.

Segundo Caleffi (2012), o sal rosa do Himalaia é considerado um sal de pureza elevada, fato que faz com que ele seja obtido manualmente, sem que haja a necessidade de sofrer refinamento. Sendo assim, outros métodos devem ser empregados para verificar a pureza do sal rosa do Himalaia.

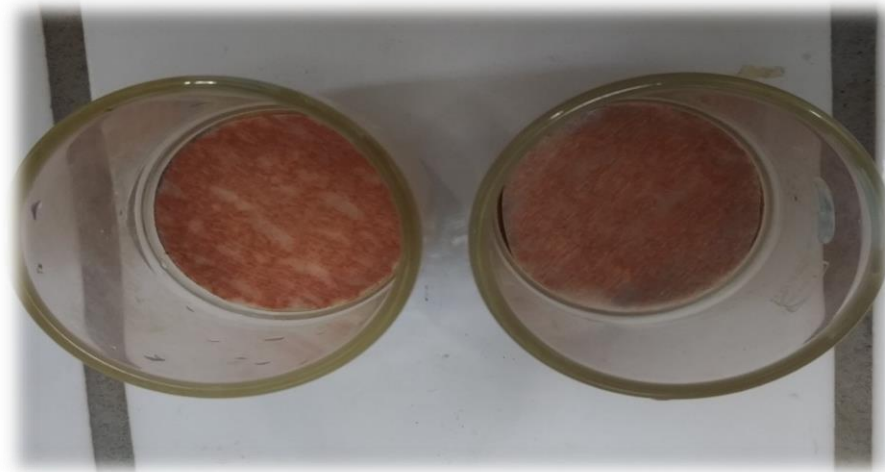


Figura 9- Aderência do sal rosa do Himalaia no papel filtro Whatman 47mm durante a filtração a vácuo.

Fonte: A autoria própria, (2018).

As médias dos teores de sólidos totais insolúveis em água podem ser observadas na Tabela 5.

Tabela 5- Resultados médios do teor de sólidos totais insolúveis em água (%)

| Tipo | Grupo A | Desvio Padrão | Grupo B | Desvio Padrão | Granel | Desvio Padrão |
|-----------------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|
| Sal comum refinado | 0,0490 ^a | 0,0040 | 0,0010 ^a | 0,0009 | ND* | ND* |
| Sal rosa do Himalaia fino | 0,3700 ^b | 0,0260 | 0,2870 ^b | 0,0470 | 0,6600 ^a | 0,0650 |
| Sal comum grosso | 0,0280 ^c | 0,0042 | 0,0093 ^a | 0,0010 | ND* | ND* |
| Sal rosa do Himalaia grosso | 0,0310 ^c | 0,0007 | 0,0960 ^c | 0,0130 | 0,0940 ^b | 0,0094 |

^{a,b,c} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 5\%$) pelo teste Tukey; *ND: não determinado (produto indisponível no mercado).

Em relação ao teor de iodo (Tabela 6), este ensaio demonstrou ausência do elemento em todas as amostras de sal rosa do Himalaia. A justificativa para a ausência do mineral nesse produto é que, esta variedade de sal, diferente do sal comum (grosso e refinado) não recebe nenhuma dosagem do metalóide durante o seu beneficiamento. Além disso, o iodo é pouco abundante no solo Himalaio, e até mesmo no ambiente, onde estima-se que haja $0,14 \text{ mg kg}^{-1}$ na crosta terrestre e cerca de $0,05$

mg L⁻¹ na água do mar (DOS SANTOS & AFONSO, 2013). Já para o sal comum, a adição de iodo é obrigatória por lei, segundo a resolução RDC nº 23 de 2013 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o sal comercializado no Brasil deve possuir entre 15 e 45 mg de iodo a cada quilo de produto.

A concentração de iodo nas duas amostras de sal comum (grosso e refinado) avaliadas no primeiro grupo de amostras (Grupo A), no entanto, foi abaixo do limite inferior exigido pela legislação. No segundo grupo analisado (Grupo B), apesar de estar dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, as amostras de sal comum (grosso e refinado) apresentaram valores próximos ao limite inferior exigido, e estatisticamente iguais entre si, segundo o teste de Tukey ($p < 5\%$). Sant'Ana e Reges(2010), ao avaliarem o teor de iodo de um total de 75 amostras de sal de cozinha, dentre eles o refinado e o grosso, observaram que 10 amostras apresentaram concentrações irregulares com as concentrações preconizadas pela legislação.

Martins et al (2014), ao avaliar o teor de iodo em amostras comercializadas no município de Santarém-PA, percebeu que 33 % das amostras avaliadas não atendem as exigências. Lage et al (2015) observou que 25,76 % de um total de 66 amostras de sal comum (40 amostras de sal refinado e 26 amostras de sal grosso) avaliadas no município de Ouro Preto-MG estavam inadequadas em função do teor de iodo estar abaixo do limite mínimo imposto pela legislação, sendo que o maior percentual de inadequação prevaleceu na região leste da cidade.

Para apresentar maior estabilidade, o iodo é adicionado ao sal comum na forma de iodeto ou iodato de potássio, porém, ainda assim, estão suscetíveis à oxidação, além de apresentar grandes perdas por sublimação durante os processos de industrialização e longos períodos de estocagem do produto, o que poderia justificar o baixo valor de iodo encontrado nas amostras analisadas (DE FREITAS et al., 2011). O iodo é um elemento indispensável, pois este é utilizado pela glândula tireóide para a formação de hormônios que estimulam o metabolismo celular. Assim, o consumo adequado de iodo previne a ocorrência de distúrbios como o bócio e o cretinismo. Devido aos seus benefícios, não somente o Brasil (desde 1953), mas muitos outros países adotam o processo de adição de iodo ao sal de cozinha (DOS SANTOS & AFONSO, 2013). A tabela 6 apresenta o teor de iodo encontrado nas amostras de sal comum e sal rosa do Himalaia em mg/Kg do produto. A Tabela 6 apresenta o teor de iodo encontrado nas amostras de sal.

Tabela 6- Resultados médios do teor de iodo na forma de iodato de potássio em mg/Kg de sal

| Tipo | Grupo A | Desvio Padrão | Grupo B | Desvio Padrão | Granel | Desvio Padrão |
|-----------------------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|---------------------|---------------|
| Sal comum refinado | 12,4400 ^a | 0,6124 | 15,4130 ^a | 0,2709 | ND* | ND* |
| Sal rosa do Himalaia fino | 0,0000 ^b | 0,0000 | 0,0000 ^b | 0,0000 | 0,0000 ^a | 0,0000 |
| Sal comum grosso | 11,3500 ^c | 0,6536 | 16,0800 ^a | 0,1646 | ND* | ND* |
| Sal rosa do Himalaia grosso | 0,0000 ^b | 0,0000 | 0,0000 ^b | 0,0000 | 0,0000 ^a | 0,0000 |

^{a,b,c} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 5\%$) pelo teste Tukey; *ND: não determinado (produto indisponível no mercado).

As análises de espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS) forneceram resultados referentes as concentrações de ferro, magnésio e sódio em mg/100 mg de sal para os dois grupos de amostras analisadas (Tabelas 7 e 8). No primeiro grupo analisado (grupo A), foi constatado ausência de ferro somente para o sal comum refinado, enquanto os outros tipos de sais apresentaram concentrações de ferro diferentes entre si, segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$), sendo que o sal rosa do Himalaia grosso se caracterizou por ter a maior concentração do elemento em 100 mg de amostra. Em relação ao magnésio, este não foi identificado nas amostras de sal comum (grosso e refinado), enquanto para as amostras de sal rosa do Himalaia as concentrações diferenciaram entre si, segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao teor de sódio das amostras, apesar de aparentemente haver uma pequena semelhança entre o sal comum refinado e o sal rosa do Himalaia fino, as concentrações de sódio encontradas para as amostras deste grupo variaram bastante em função do tipo de sal, diferenciando todas entre si segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$), porém ao contrário do que se esperava, as amostras de sal rosa do Himalaia apresentaram as maiores concentrações de sódio entre as amostras, chegando atingir a concentração de 74,773 mg de sódio em sua versão granel.

A Tabela 7 representa as concentrações de minerais encontradas nas amostras do grupo A.

Tabela 7- Concentração de minerais (Fe, Mg e Na) em mg /100 mg de amostra (grupo A)

| Grupo A* | | | |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Tipo | Fe | Mg | Na |
| Sal comum refinado | 0,000 ^a | 0,000 ^a | 44,859 ^a |
| Sal rosa do Himalaia fino | 0,250 ^b | 2,450 ^b | 44,269 ^b |
| Sal comum grosso | 0,590 ^c | 0,000 ^a | 46,866 ^c |
| Sal rosa do Himalaia grosso | 1,120 ^d | 3,060 ^c | 62,330 ^d |
| Sal rosa do Himalaia fino a granel | 0,310 ^e | 1,290 ^d | 64,180 ^e |
| Sal rosa do Himalaia grosso a granel | 0,550 ^f | 3,800 ^e | 74,773 ^f |

^{a,b,c,d,e,f} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 5\%$) pelo teste Tukey.

No segundo grupo, diferente do grupo A, foi identificado o elemento ferro tanto no sal comum refinado, como no sal comum grosso. Segundo Pereira et al. (2008), a presença de ferro no sal comum (grosso e refinado) se deve a adição de ferrocianeto de sódio durante o beneficiamento, onde o composto é adicionado juntamente com o alumínio silicato de sódio para agirem como antiumedecantes, evitando assim que o produto absorva a umidade relativa do ar. Para o sal rosa do Himalaia, as amostras diferenciaram entre si em relação ao elemento ferro, segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$). Assim como no grupo A, as amostras de sal comum (grosso e refinado) do grupo B apresentaram ausência de magnésio, sendo que a ausência deste mineral nesses produtos se deve ao processo de refinamento, onde, assim como outros minerais, o elemento é perdido nas etapas de fabricação.

Em relação ao sódio, assim como no grupo A, este elemento variou bastante entre as amostras, que diferenciaram todas entre si segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$), apesar da pequena semelhança observada entre o sal comum refinado e o sal rosa do Himalaia fino. Neste grupo, novamente as amostras de sal rosa do Himalaia foram as que apresentaram os maiores teores de sódio, não respaldando as afirmações de que o produto apresenta menor teor de sódio quando comparado ao sal de cozinha.

No estudo realizado por Tan et al. (2016), evidenciaram uma diferença pequena no teor de sódio das duas variedades de sal, sendo que o sal rosa do Himalaia apresentou maior concentração de sódio, em relação ao sal de cozinha. Já Bastos et al. (2017), apesar de notarem que os elementos traços apresentaram em maior

quantidade no sal rosa do Himalaia, observaram resultados semelhantes entre as amostras no que diz respeito as concentrações de cloro e de sódio, com ligeiras diferenças de 0,54 % e 2,61 %, respectivamente, entre o sal rosa do Himalaia e o sal comum, quando determinado por método de fluorescência de raios-x por dispersão de ondas. A Tabela 8 representa as concentrações de minerais encontradas nas amostras determinadas no grupo B.

Tabela 8- Concentração de minerais (Fe, Mg e Na) em mg /100 mg de amostra (grupo B)

| Grupo B* | | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Tipo | Fe | Mg | Na |
| Sal comum refinado | 0,110 ^a | 0,000 ^a | 47,692 ^a |
| Sal rosa do Himalaia fino | 0,420 ^b | 1,790 ^b | 47,100 ^b |
| Sal comum grosso | 0,810 ^c | 0,000 ^a | 65,912 ^c |
| Sal rosa do Himalaia grosso | 0,980 ^d | 1,530 ^c | 72,010 ^d |

^{a,b,c,d,e,f} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<5%) pelo teste Tukey.

A Figura 10 demonstra a diferença entre o teor de sódio do sal comum e do sal rosa do Himalaia para as amostras determinadas no grupo A e no grupo B. Gráficamente, fica ainda mais visível a variação do elemento em função da variedade de sal, ressaltando ainda que, os maiores teores se deram para as amostras de sal rosa do Himalaia, sendo que sua versão granel se destacou por apresentar os maiores teores do oligoelemento dentre todas as amostras avaliadas.

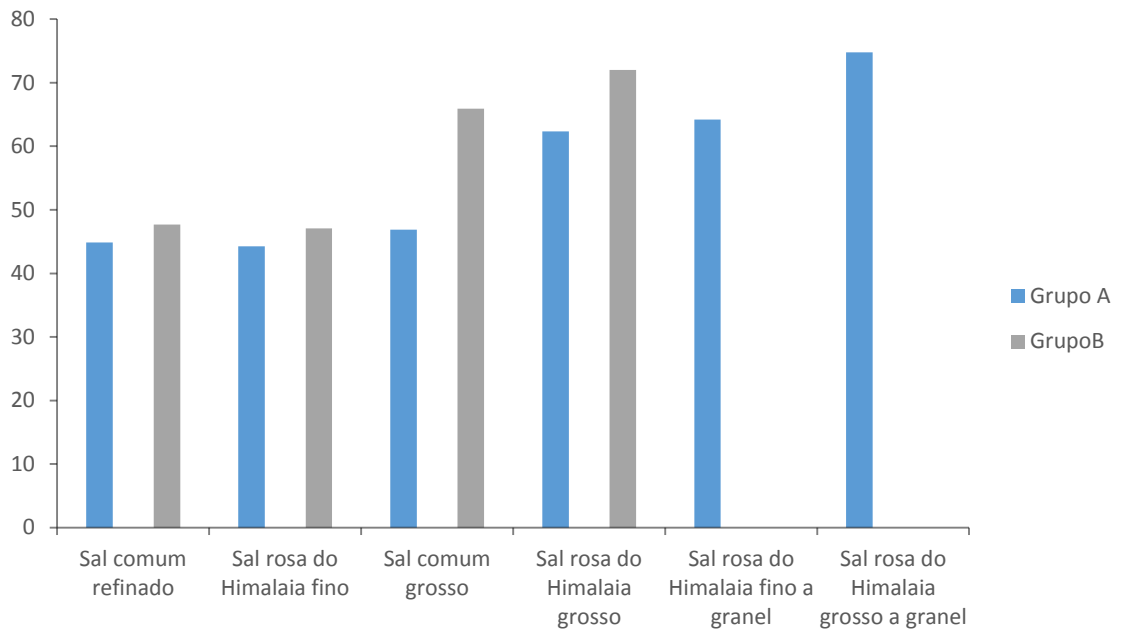


Figura 10- Comparação gráfica entre os teores médios de sódio obtidos nos dois grupos de amostras analisadas.

Fonte: Autoria própria, (2018).

6 CONCLUSÕES

De modo geral, as variedades de sal diferenciaram entre si em relação aos aspectos físico-químicos e inorgânicos. O sal rosa do Himalaia apresentou como única vantagem, maiores concentrações de elementos traços (ferro e magnésio), quando comparado ao sal comum, isto devido aos minérios presentes em solo Himalaio e a ausência do processo de refino. Por sua vez, o sal comum (grosso e refinado) apresentou vantagens como a presença do elemento iodo e, ao contrário do que se esperava, menor teor de sódio, quando comparado com o sal rosa do Himalaia. Tendo em vista os resultados obtidos, o consumo de sal rosa do Himalaia não deve ser estimulado, pois diferente do que se pensa, se trata de um produto rico em sódio, que quando consumido em excesso contribui para o surgimento de doenças cardiovasculares, aumento da pressão arterial, entre outras doenças. Além disso, é uma variedade de sal ausente de iodo, elemento essencial para o controle e funcionamento dos hormônios tireoideanos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/>> Acesso em: 10 de junho de 2018.

AMERICAN SOCIETY for TESTING and MATERIALS. **E 534-86: standard test Methods for chemical analysis of sodium chloride.** Philadelphia: A.S.T.M., 1986.

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

AOAC. **Official Methods of Analysis.** George, 2016.3100p.

BACCAN, N. et al. **Química analítica quantitativa elementar.** 3.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

BASTOS. B. A, CARVALHO. A. R. H, SILVA. C. C e ARAUJO. M. L. 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**, vol.03, p.0678-0687, 2017.

CALEFFI, Renato. **Sal Rosa do Himalaia.** Portal orgânico, disponível em:<http://www.portalorganico.com.br/artigo/49/sal_do_himalaia_voce_conhece>. Acesso em: 5 mai. 2018.

CHEMELLO, E. **A Química na Cozinha apresenta: O Sal.** 6.ed. São Paulo: Cia da Escola.2005,22p.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** Campinas, São Paulo: UNICAMP. 2003, 207p.

CROUCH, S. R. et al. **Analytical chemistry: an introduction.** 7. ed. Orlando: Harcourt, 2000.

CAMPBELL NR, NEAL BC, MACGREGOR GA. Interested in developing a national programme to reduce dietary salt? **J Hum Hyperten**, vol.12, p.10-25, 2011.

CAL-PRIETO M.J.; FELIPE-SOTELO M.; CARLOSENA A.; ANDRADE J.M.; LÓPEZ-MAHÍA P.; MUNIATEGUI S.; PRADA D. Slurry Sampling for Direct Analysis of Solid Materials by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry (ETAAS), **A literature review from 1990 to 2000**, Talanta 56, p.1-51,2002.

COXSON P, MEKONNEN T, GUZMAN D, GOLDMANG L. Less salt in teenager's diet may improve heart health in adulthood. **American Heart Association Meeting Report**, p.2039, 2010.

DE MELO, P. R. C.; DE CARVALHO, R. S.; DE CARVALHO PINTO, D. **Rochas e Minerais Industriais: Usos e Especificações**. Halita, p. 551- 584, 2008.

DA COL, J. A. **Avaliação rápida, direta e sem geração de resíduos de amostras da vida cotidiana por fluorescência de raios x por dispersão em energia**. 2013.217f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2013.

DRAPER, N.R. **Applied Regression Analysis**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons.1980, p.3.

DUARTE, D. **O Sal na Economia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: Revista Alba.1942, 25p.

DNPM. **Sumário Mineral**. Brasília, Brasil: Departamento Nacional de Produção Mineral,2014.

DOS SANTOS, V. M.; AFONSO, J. C. Iodo. **Quím. nova esc.**, v. 35, p. 297-298, 2013.

DE FREITAS, G. R. S.; DA SILVA JUNIOR, H., PEREIRA, F. R. S., DE FARIAS, R. F.; PEREIRA, F. C. Análise de iodato em sais de cozinha. **Eclética Química**, v. 36, p.93-109, 2011.

DICKINSON BD, HAVAS S, COUNCIL. Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake: a report of the Council on Science and Public Health. **Arch Intern Med**, 2007.

FERREIRA, S. L. C., JESUS, R. M., MATOS, G. D., ANDRADE J. B. D, BRUNS, R. E., SANTOS, W. N. L., CAVALCANTE, D. D., VALED, M. G. R., DESSUYD, M. B. Multivariate Optimization and Validation of an Analytical Method for the Determination of Cadmium in Wines Employing ET AAS. **J. Braz. Chem. Soc**, Vol. 20, p.788-794, 2009.

GARCIA, et al; **Determinação de cloretos e umidade em sal de cozinha**. Disponível em: < <http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10342.pdf>>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

História do sal. Refinaria de sal Garça indústria salineira, disponível em: < <http://salgarca.com/o-sal/> >. Acesso em 10 de abril de 2018.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Sal refinado**. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/sal.asp> >. Acesso em 16 de julho de 2018.

INSUMOS LTDA. **O sal e seus substitutos**. Aditivos e Ingredientes, disponível em: < http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/246.pdf>. Acesso em 22 de maio de 2018.

ISAL - Instituto de La Sal. **História do sal**. Disponível em: < <https://www.institutodelasal.com/pt/sobre-o-sal/historia-do-sal> >. Acesso em 20 de maio de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Editora IAL,2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1: Métodos Químicos e Físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985, p. 284.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 2008,721p.

ITAMBÉ. **Apostila de ensaios de concretos e agregados**. Disponível em:<<https://www.unochapeco.edu.br/static/data/portal/downloads/1277.pdf> >. Acesso em 10 de maio de 2018.

JULIANO,Valmir.**Introdução aos métodos espectroanalíticos IV**. Slade player, disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/2837519/>>. Acesso em: 18 de julho de 2018.

LANE, Dave. **The Salt Enthusiastis Scrapbook**. Lulu.com. 2008, 232 p.

LOBO, F. A., VILLAFRANCA, A. C., OLIVEIRA, A. P., MORAES, M. Sistema TS-FF-AAS com chama acetileno-ar como alternativa em relação à chama acetileno-óxido nitroso em FAAS na determinação de estanho. **Eclética Química**, v.30, 2005.

MAHAN, L.K.; STUMP, S.E. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 13^a.ed. Elsevier.2013, 1256p.

CHIGAN MEDICINE. **Thyroid and Parathyroid Disorders – Otolaryngology**. University of Michigan, disponível em: <<https://www.uofmhealth.org/conditions-treatments/ear-nose-throat/thyroid-disorder>>. Acesso em: 10 de maio de 2018.

MEDEIROS, M. A. **Sal de cozinha - NaCl ou o quê?** quiprocura química, disponível em: <<http://www.quiprocura.net/sal.htm>> Acesso em: 10 junho 2018.

MAZON; et al. **Teores de iodo em sal fortificado para o consumo humano**. Rev Inst Adolfo Lutz, v.03, p. 349- 353, 2011.

MENESES, P.S.R; OLIVEIRA, F.C. **Determinação do índice de iodo em amostras de sal moído comercializado na cidade de Teresina-PI**. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4289/3039>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução RDC nº 23, de 24 de abril de 2013. Dispõe sobre o teor de iodo no sal destinado ao consumo humano e dá outras providências**. Agência Nacional da Vigilância Sanitária, disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/res0023_23_04_2013.html>. Acesso em: 10 de maio de 2018.

MARTINS; et al. Avaliação do teor de iodo presente no sal de cozinha comercializado no município de Santarém- Pa. **Revista eletrônica de farmácia**, v.11, p.1 -10, 2014.

NIMERA, M.; SILVA, M. E.; OLIVEIRA, J. E. Associações entre iodo no sal e iodaria em escolares, Ouro Preto, MG. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, p.500-504, 2002.

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

NICOLAIDIS S. Prenatal imprinting of postnatal specific appetites and feeding behavior. **Metabolism**. p.57,2008.

NORSAL. **O sal na história**. Disponível em: <http://www.norsal.com.br/main.php?g_ct=sal>=1>. Acesso em 20 de maio de 2018.

OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998.

PEREIRA, A. V.; BELINSKI, A. C.; VALUS, N.; BELTRAME, F. L. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de sal de cozinha. **Iniciação Científica Cesumar**, v. 10, p. 97-101, 2008.

Photron Pty, Ltd. **Lâmpadas de cátodo oco**. Single/Multi Element, disponível em: <<https://www.photronlamp.com/>>. Acesso em: 18 de julho de 2018.

MENDES et al; **Produção de sal**. Faculdade de engenharia- Universidade do Porto, disponível em: <<https://alvarovelho.net/attachments/article/47/producaosal.PDF>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

RAHMAN, A. U.; ISLAM, A.; FARRUKH, M. A. An Improved Method for the Preparation of Analytical Grade Sodium Chloride from Khewra Rock Salt. **World Applied Sciences Journal**, v. 8, p. 61-65, 2015.

RAFOLS, J.M. Development of Analytical Methods for Commercial Sodium Chloride. In: THIRD SYMPOSIUM ON SALT. **Northern Ohio Geological Soc.**, p.186-194, 1970.

RESOLUÇÃO. **RDC nº 28, de 28 de março de 2000**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2000/28_00rdc.htm>. Acesso em 18 de Junho de 2018.

RIBEIRO, A. S., ARRUDA, M. A. Z., CADORE, S., Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização Eletrotérmica em Filamento de Tungstênio. Uma Re-Visão Crítica. **Quim. Nova**, Vol. 25, p.396-405, 2002.

SANTA'ANA, 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**. IV Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10298.pdf>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

SILVA, A.R.M. **Desenvolvimento de procedimento analítico para determinação de iodato em sal de mesa utilizando sistema com multicomutação e detecção espectrofotométrica.** 2016. 80f. Dissertação (mestrado em ciência) - Centro de energia nuclear na agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2016.

SILVA, S. L. P. **Uma análise da indústria salineira do Rio Grande do Norte baseado no modelo de estratégia competitiva de Porter.** 2001.176 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis 2001.

SILVA; et al. **Determinação do teor de umidade e iodo contidos em amostras de sais de cozinha comercializados na cidade de Lins-SP.**2012.52f.Monografia (Bacharelado em Química) - Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, Lins-SP 2012.

SILVA; et al. **Determinação dos parâmetros de qualidade do sal para consumo humano na cidade de Zé Doca - Ma.** Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNepi2010/paper/viewFile/1460/555>>. Acesso em 20 de maio de 2018.

SOUSA, M. M. L. **A política Econômica Salineira e o Rio Grande do Norte.**1988. Dissertação de Mestrado – PUC, São Paulo. 1988.

SKOOG, D. A., HOLLER, F.J. & NIEMAN, T.A. **Princípios de Análise Instrumental,** 6ª. ed, Porto Alegre/São Paulo: Artmed -Bookman. 2009, 1056 p.

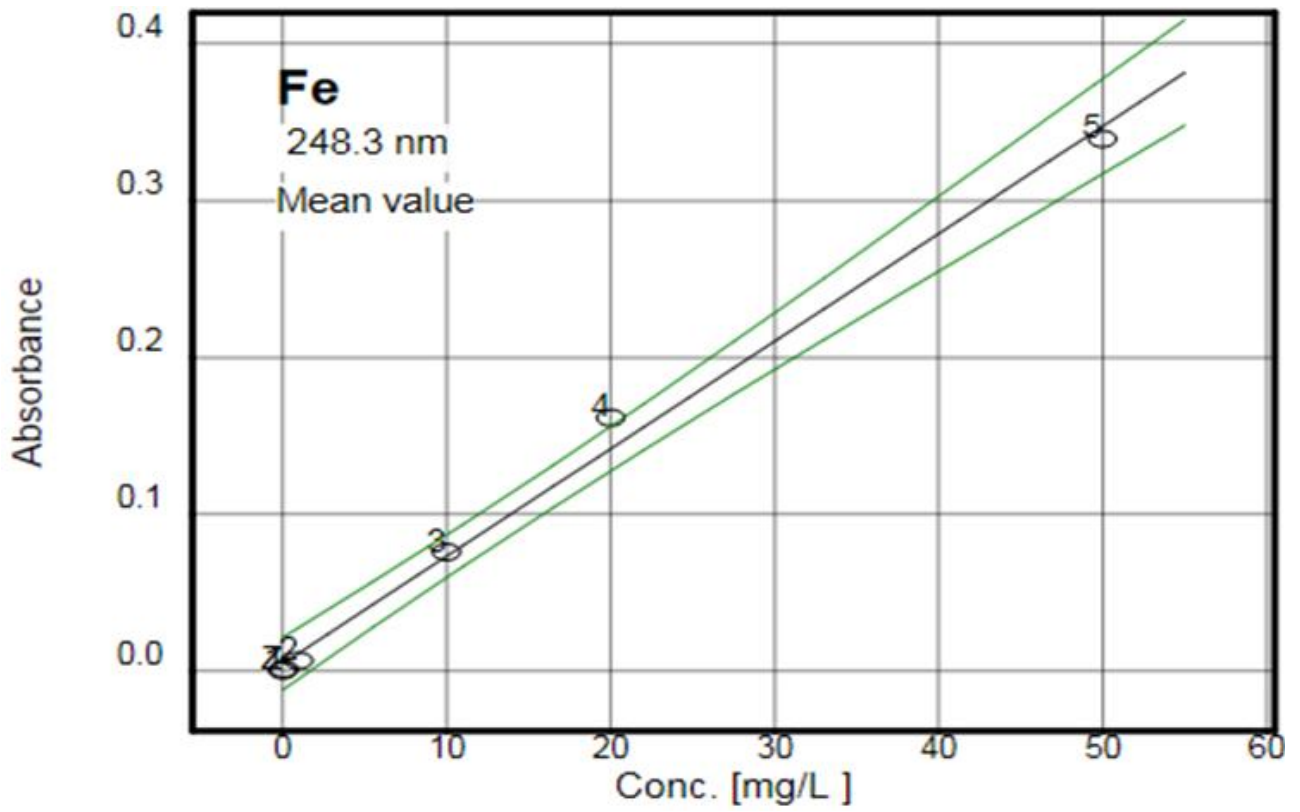
TAYLOR, A.; BRANCH, S.; HALLS, D. J.; OWEN, L. M. W.; WHITE, M. Atomic Spectrometry Update-Clinical and Biological Materials, Foods and Beverages. **Journal of Analytical Atomic Spectroscopy**, v. 15, p. 451-487, 2000.

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.

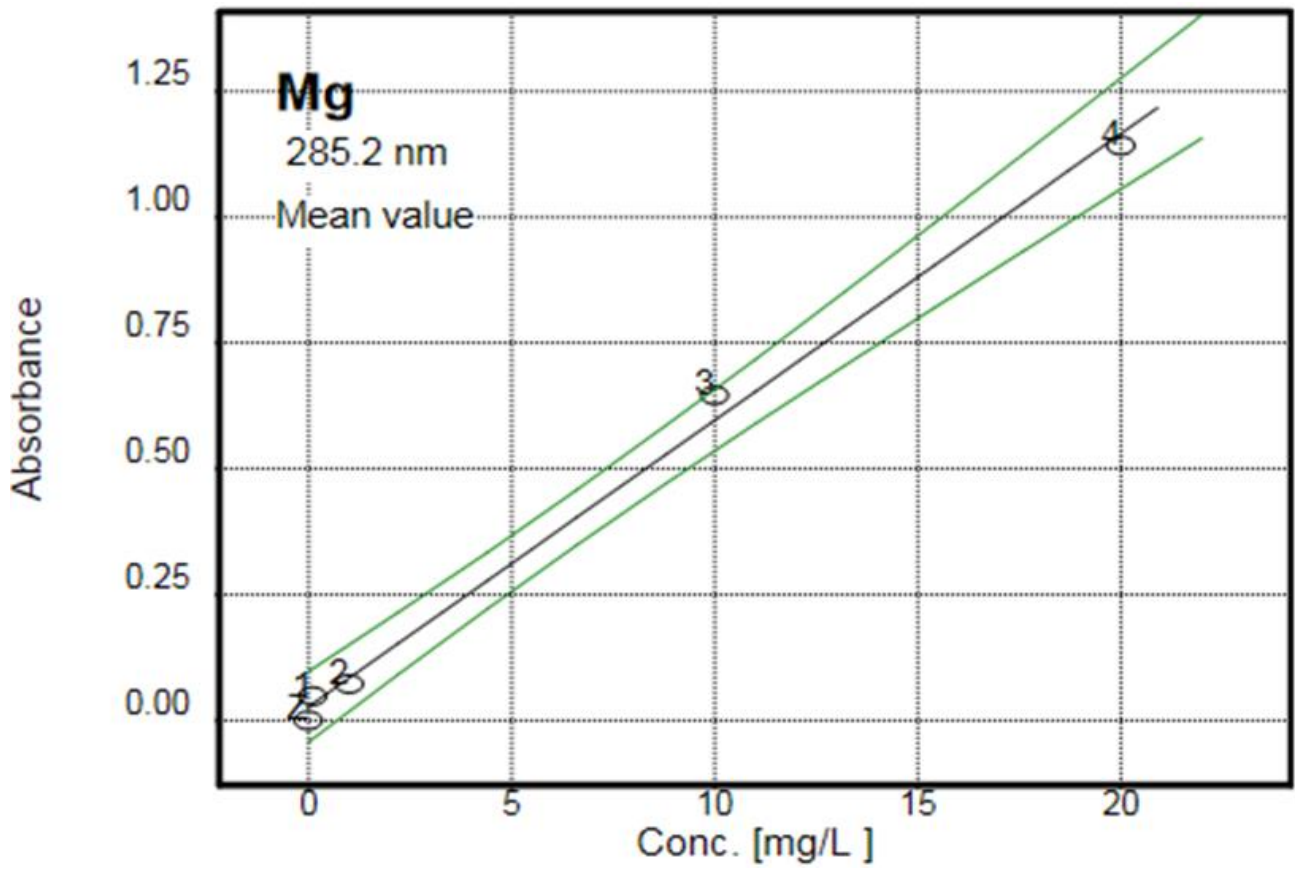
WELZ B, SPERLING M. **Atomic Absorption Spectrometry**, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Alemanha, 1999.

ANEXOS

ANEXO A- Curva de calibração para determinação de ferro (Fe).



ANEXO B- Curva de calibração para determinação de magnésio (Mg).



ANEXO C- Curva de calibração para determinação de sódio (Na).