



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

MARIA ANGELICA GUADAGNINO VELOSO

**DETERMINAÇÃO DE IODO EM SAL COMERCIALIZADO NA REGIÃO
DE ASSIS.**

Assis
2012

MARIA ANGELICA GUADAGNINO VELOSO

DETERMINAÇÃO DE IODO EM SAL COMERCIALIZADO NA REGIÃO
DE ASSIS.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação

Orientador: Prof.^a Ms. Gilcelene Bruzon

Área de Concentração: Química

Assis
2012

FICHA CATALOGRÁFICA

VELOSO, Maria Angelica Guadagnino

Determinação de iodo em sal comercializado na região de Assis / Maria Angelica Guadagnino Veloso. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2012.

43 p.

Orientador: Prof.^a MS. Gilcelene Bruzon.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Cloreto de sódio. 2.Iodo.

CDD:660
Biblioteca da FEMA

DETERMINAÇÃO DE IODO EM SAL COMERCIALIZADO NA REGIÃO DE ASSIS.

MARIA ANGELICA GUADAGNINO VELOSO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: Prof.^a Ms. Gilcelene Bruzon

Analisador: Prof.^o Dr. Idécio Nogueira da Silva

Assis
2012

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a DEUS pela sabedoria proporcionada durante estes quatro anos. Aos meus amados pais, Suzi e Cesar, e ao meu irmão, Cesar Henrique, pelo carinho, amor e perseverança, que me fizeram ter forças e ânimo durante os momentos difíceis, mas principalmente pelos momentos felizes que jamais serão esquecidos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pela oportunidade de finalizar mais uma etapa em minha vida.

Aos meus amados pais, Suzi dos Santos Guadagnino e Benedito Cesar Veloso da Silva, pelo amor, carinho e apoio que foram como combustível e sustento durante toda à minha jornada. A minha avó Olivia da Silva que me ajudou e apoiou durante todo o curso. Ao meu irmão Cesar Henrique Guadagnino Veloso pelo apoio concedido quando mais precisei, e por fazer parte da minha vida.

Aos meus amigos, Fernanda, Simone, Eduardo, Rafael Avanzi e Matheus que aos meus pedidos de socorro sempre estiveram as prontas para me ajudar e que fizeram parte de muitos sorrisos estampados nos rostos, mas também de muitas caras feias quando fazíamos provas, que serão eternamente lembrados e jamais esquecidos. E também a todos os Colegas que juntos estamos completando mais um capítulo de nossas vidas.

Ao meu namorado Anderson da Silva pelo apoio e compreensão nos mais difíceis momentos de stress, angústia e mau humor das noites mal dormidas durante todos os anos.

Aos professores que contribuíram para a minha formação e que também fizeram parte de momentos de distrações que jamais serão esquecidos, mas especialmente a minha orientadora Gilcelene que durante todo o ano me aconselhou e ensinou mesmo estando de licença maternidade.

“O tempo é muito lento para os que esperam. Muito rápido para os que têm medo. Muito longo para os que lamentam. Muito curto para os que festejam. Mas, para os que amam, o tempo é eterno.”

William Shakespeare

RESUMO

O iodo é um elemento de grande importância para os seres vivos, é adicionado no sal por ser um alimento consumido diariamente, evitando assim qualquer distúrbio na glândula tireoide. Considerando a importância do iodo, é essencial que este esteja realmente presente no sal na medida correta. Assim o objetivo desse trabalho foi determinar o iodo presente no sal de cozinha e relatar suas funções no organismo humano. Foram analisadas amostras de sal da região de Assis para verificar se estavam dentro das especificações indicadas na legislação e próprio para o consumo. Foi utilizada como metodologia para a análise a titulação com tiosulfato de sódio, tendo como indicador solução de amido. Verificou-se que todas as marcas de sal analisadas estavam de acordo com a legislação, apresentando uma concentração entre 20 e 60 mg de iodo por quilograma de sal.

Palavras-chave: Cloreto de sódio; Iodo.

ABSTRACT

The iodine is an element of great importance to human beings; it is added in the salt because it is food consumed daily, avoiding this way any disturb in the thyroid glandule. Considering the importance of iodine, it is essential that it is really present in the salt in the right quantity. This way, the goal of this paper was to determine the iodine content in the salt for kitchen and know its effects in the human organism. Samples of salt have been analyzed in the region of Assis to verify if they are within the specifications indicated in the legislation and proper for consuming. It was used as a methodology to the analysis an titling with thiosulfate of sodium, having as indicator a solution of starch. It was verified that all the brands analyzed are following the legislation, showing a concentration between 20 and 60 mg of iodine by kilogram of salt.

Keywords: Sodium chloride; Iodine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Extração de sal por mineração em solução.....	16
Figura 2 – Mineração subterrânea.....	16
Figura 3 – Evaporação solar.....	17
Figura 4 – Iodo sólido.....	19
Figura 5 – Sublimação do iodo.....	20
Figura 6 – Dissecção da região anterior do pescoço.....	22
Figura 7 – (A) Vista anterior da glândula tireóide; (B) Vista posterior da glândula tireóide.....	23
Figura 8 – Estrutura e biossíntese dos hormônios tireoidianos.....	24
Figura 9 – Paciente com Mixedema.....	26
Figura 10 – Paciente com Doença de Graves.....	28
Figura 11 – Análise do sal.....	35

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	O SAL NA HISTÓRIA.....	14
2.1	OBTENÇÕES DO SAL.....	15
2.2	O SAL NA ALIMENTAÇÃO.....	17
2.3	ADIÇÃO DE IODO NO SAL.....	18
3.	HISTÓRIA DO IODO.....	19
3.1	OBTENÇÃO DO IODO.....	21
3.2	IODO NA ALIMENTAÇÃO.....	21
4.	TIREÓIDE.....	22
4.1	FORMAÇÕES DA TIROXINA (T ₄) E DA TRIIODOTIRONINA (T ₃).....	24
4.2	HIPOTIREOIDISMO.....	25
4.2.1	Tratamento.....	26
4.3	HIPERTIREOIDISMO.....	27
4.3.1	Tratamento.....	28
5.	ENSINO MÉDIO: FAMÍLIA DOS HALOGÊNIOS.....	30
6.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
6.1	MATERIAIS.....	33
6.1.1	Reagentes.....	33
6.2	MÉTODOS.....	33
6.2.1	Coleta das amostras.....	33
6.2.2	Preparo dos reagentes.....	34
6.2.3	Análise.....	34
6.2.4	Cálculos.....	35
7.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
8.	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS.....	39

1. INTRODUÇÃO

O sal de cozinha é utilizado de maneira universal na industrialização e preparo de alimentos. É de fundamental importância para a saúde, devendo ser ingerido regularmente em pequenas quantidades, o que o torna veículo ideal para o consumo de iodo (BONTURIM et al., 2008).

O iodo é encontrado como íon iodeto na salmoura e como impureza no salitre do Chile. Ele era obtido através de plantas marinhas, que contem altas concentrações do elemento. Hoje, é obtido pela salmoura dos poços de petróleo (ATKINS; JONES, 2006, p.682).

O iodo é um sólido brilhante preto azulado e sublima facilmente formando um vapor púrpura. Trata-se de um elemento de grande importância para a saúde dos seres humanos; sua deficiência provoca o aumento da glândula tireóide (ATKINS; JONES, 2006, p. 682).

A glândula tireoide é constituída por dois lobos que se situam um de cada lado da traqueia. A tireoide aumenta de tamanho e torna-se mais ativa durante a puberdade, gravidez e estresse fisiológico. As modificações da atividade também ocorrem durante o ciclo menstrual (GAMA; SACRAMENTO; SAMPAIO, 1998, p.72). O aumento da tireoide não-neoplásico e não-inflamatório, é denominado bócio que é o resultado da carência de iodo. A glândula aumentada causa uma inflamação no pescoço que pode comprimir a traqueia, o esôfago e os nervos laríngeos (MOORE; DALLEY, 2007, p.1004).

A tireoide secreta dois hormônios importantes, a tiroxina (T₄) e a triiodotironina (T₃). A falta da secreção da tireoide causa a queda do metabolismo basal, gerando o hipotireoidismo, enquanto o excesso pode aumentar o metabolismo gerando o hipertireoidismo. A secreção da tireoide é controlada pelo hormônio tireoestimulante (TSH) (GUYTON; HALL, 2002, p.802).

No hipertireoidismo, a pessoa perde peso, sente-se muito nervosa e tremula, sofre de diarreia e sua frequência cardíaca é muito elevada (GUYTON, 1988, p.469).

O hipotireoidismo é causado por uma anomalia da glândula que torna impossível a secreção de tiroxina. A pessoa ganha peso, sofre de fadiga, sonolência, alteração de humor, entre outros sintomas (GUYTON; HALL, 2002, p. 811).

Para prevenir essa deficiência e reduzir os índices de anomalias causadas pela falta de iodo, iodatos são adicionados ao sal de cozinha (ATKINS; JONES, 2006, p. 682).

Considerando a importância do iodo, é essencial que este esteja realmente presente no sal na medida correta. Assim o objetivo desse trabalho é determinar o iodo presente no sal de cozinha e conhecer suas funções no organismo humano.

2. O SAL NA HISTÓRIA

Sal é uma substância de extrema importância ao homem e indispensável a todos os tipos de vida animal (NORSAL, 2012).

O sal contém dois elementos básicos: cloro e sódio. O cloro, símbolo químico Cl, é amarelo-esverdeado e toma a forma de gás em temperatura ambiente. O sódio, símbolo químico Na, é um metal branco-acinzentado que reage violentamente quando misturado com água e oxida quando exposto ao ar. Como os dois elementos são voláteis, eles são encontrados na natureza como parte de composto como o cloreto de sódio (NaCl). O cloreto de sódio é formado por 60% de cloro e 40% de sódio em massa. Embora o cloro seja tóxico e o sódio volátil, quando juntos em forma de cloreto de sódio são essenciais para a vida (SALTINSTITUTE, 2011).

Segundo os registros o sal é utilizado a cerca de cinco mil anos. Era utilizado no Egito, na Babilônia, na China e em civilizações pré-colombianas (NORSAL, 2012). Precioso e escasso, o sal era vendido a peso de ouro. Foi utilizado como dinheiro, esse era um costume dos romanos pagarem em sal parte da remuneração dos soldados, o que deu assim origem a palavra latina “salário” (BARSA, vol.13, 2002). Por ser tão valioso, o sal foi alvo de muitas disputas (NORSAL, 2012).

O sal teve grande impacto na história das civilizações, devido ao seu poder de conservar os alimentos facilitou a mobilidade e a sobrevivência das populações. Antes da Idade Média, pescadores holandeses já salgavam o arenque para armazená-lo, tornando o peixe acessível longe do mar e durante todo o ano (NORSAL, 2012).

No final do século XIX e começo do século XX, além do sal ser usado como produtos medicinais e condimentos, começou a ser uma das matérias-primas essenciais para indústrias têxteis e químicas. Hoje seu emprego é muito variado. É utilizado na fabricação de ácidos clorídricos, soda caustica, borracha, cloro, vidro, alumínio, plástico, celulose e outras centenas de produtos (ROMANI, 2012).

A importância do sal, no entanto, é devida seus múltiplos usos e aplicações. O sal comum pode ser classificado em dois tipos, de acordo com seu teor de pureza: sal

bruto e sal beneficiado (BARSA, vol.13, 2002). O sal bruto é o produto imediato da extração, com todas as impurezas, podendo ser de três tipos, sal marinho; que se apresenta na forma de aglomerados de cristais, mais ou menos grossos; salmouras; que compreendem os sais de barreiros ou lambedouros, quase sempre procurados pelos animais; e sal-gema; que se encontra em depósitos subterrâneos ou que afloram à superfície, semelhante ao sal marinho porém mais pobre em iodo (MIRADOR, 1987).

O sal beneficiado compreende uma série de operações, como cuidados e tratamentos da água do mar; podendo ser divididos em dois tipos, o alimentício; Sal de cozinha e sal grosso, que podem ser conservados como: salga seca ou salmoura (BARSA, vol.13, 2002).

2.1 OBTENÇÕES DO SAL

O sal geralmente é produzido de três formas: mineração por solução, mineração subterrânea ou evaporação solar.

Na mineração por solução (figura1), poços são construídos sobre depósitos de sal (os depósitos são empurrados para fora da terra por uma pressão tectônica), e é injetada água para dissolver o sal. Em seguida, a solução de sal é bombeada para fora e transportada para uma fábrica onde será tratado para retirar todos os minerais e bombeado para evaporadores, que são grandes contêineres fechados onde será fervido até toda a água evaporar. A seguir o sal é seco e refinado, dependendo do sal que estiver sendo produzido, antiaglutinante e iodo são adicionados. A maioria dos sais de cozinha são produzidos pela mineração por solução (FREEMN, 2012).



Figura 1 – Extração de sal por mineração em solução (In: BRANCO,2012).

A mineração subterrânea (figura 2) é utilizada os depósitos que existe em antigos leitos marinhos subterrâneos, que ficaram enterrados por meio de mudanças tectônicas por milhares de anos. Os cabos são afundados até o chão da mina, e as câmaras são cuidadosamente construídas por perfuração, corte e explodindo entre os cabos, criando um padrão xadrez. Após o sal é removido e triturado, e uma correia transportadora o leva para a superfície. A maioria do sal produzido desta forma é utilizada como sal de rocha (FREEMN, 2012).

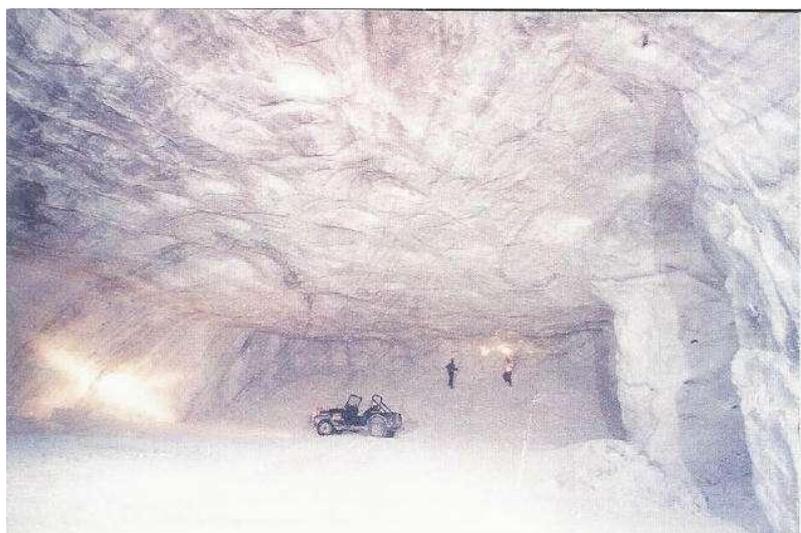


Figura 2 – Mineração subterrânea (In: BRANCO, 2012).

Na evaporação solar (figura 3), sal é colhido por meio da evaporação de lagos com água salgada ou da água do mar. O vento e o sol evaporam a água, deixando somente o sal. Geralmente o sal é colhido apenas uma vez ao ano, quando está a uma espessura específica. Depois de colhido, o sal é lavado, seco, limpo e refinado. Geralmente são máquinas que realizam essa colheita, mas em algumas áreas ela ainda é feita manualmente. Essa é a maneira mais pura de colher o sal, geralmente resultando em quase 100% de cloreto de sódio (FINOSAL, 2012).



Figura 3 – Evaporação Solar (In: MAIS NATUREZA, 2012).

2.2 O SAL NA ALIMENTAÇÃO

O sal de cozinha é utilizado de maneira universal na industrialização e preparo de alimentos. É de fundamental importância para a saúde, devendo ser ingerido regularmente em pequenas quantidades, o que o torna veículo ideal para o consumo de iodo (BONTURIM et al., 2008). Além de ser importante para a transmissão de impulsos nervosos e para o equilíbrio das células (SILVA, 2010).

O consumo em excesso pode aumentar o risco de hipertensão, derrame cerebral, câncer no estômago, doenças cardiovasculares, catarata, osteoporose, entre outros.

Por isso, a Organização Mundial da Saúde aconselha a ingestão máxima de 2 g de sódio por dia (SILVA, 2010).

2.3 ADIÇÃO DE IODO NO SAL

No Brasil, a exigência da adição de iodo no sal para consumo humano surgiu na década de 50, como parte de um programa de fortificação de alimentos destinado a prevenir e controlar os distúrbios nutricionais e as doenças associada à alimentação e nutrição (BONTURIM et al., 2008).

O programa, de iniciativa da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), teve como objetivo garantir a adição de iodo ao sal oferecido aos brasileiros, em padrões definidos pela legislação sanitária (ANVISA, 2004).

Segundo Pereira et al. (2008, p.98)

A Lei 1944 d 14/08/1953 foi a primeira a se referir à adição de iodo ao sal; em seguida, foi criada a Lei 6150 de 03/12/1974, que obriga o beneficiador do sal a adicionar no mínimo 10mg de iodo metalóide por quilo de sal. Atualmente, a regulamentação (Resolução RDC nº130, de 26 de maio de 2003) estabelece que o sal apropriado ao consumo deva conter de 20 a 60mg de iodo por quilograma do produto.

3. HISTÓRIA DO IODO.

Em Maio de 1811, o francês, Bernard Courtois estava encarregado de produzir nitrato de potássio para o exército de Napoleão. Courtois ia converter o nitrato de cálcio, oriundo de depósitos de salitre, em nitrato de potássio a partir das cinzas de algas marinhas. Verificou que quando lavava as cinzas com ácido sulfúrico, para retirar impurezas, surgia um fumo que se condensava nos instrumentos de cobre, corroendo-os. Tempo depois observou a formação de um precipitado que quando aquecido formava um vapor de cor violeta (SCHAEFER, 2011).

Após esta descoberta essa substância foi estudada por Gay-Lussac e Humphry Davy. Em 1813 foi batizada de iodo (figura 4) do grego iodes, “violeta”, devido à coloração do vapor liberada (SCHAEFER, 2011).



Figura 4 – Iodo Sólido (In: SANTIAGO, 2010).

O iodo é um elemento químico representado pelo símbolo I, não-metal, à temperatura ambiente, é um sólido brilhante preto azulado e sublima facilmente formando um vapor púrpura (figura 5) (ATKINS; JONES, 2006, p.682).



Figura 5 – Sublimação do Iodo (In: EXPLICATORIUM, 2012)

O iodo se encontra no 5º período da família 7A na tabela periódica, tendo número atômico 53, massa atômica 126,9 (BARBOSA, 2000, p.195). Ele é encontrado como íon iodeto na salmoura e como impureza no salitre do Chile (ATKINS; JONES, 2006, p.682). Na tabela 1 estão descritas algumas propriedades do iodo.

Grandeza	Valor	Unidade
Massa específica do sólido	4940	Kg/m ³
Ponto de fusão	113,7	°C
Calor de fusão	7,8	KJ/mol
Ponto de ebulição	184,35	°C
Calor de vaporização	20,9	KJ/mol
Temperatura crítica	546	°C
Eletronegatividade	2,66	Pauling
Estado de oxidação	+7 +5 +1 -1	-
Resistividade elétrica	$1,3 \times 10^{15}$	$10^{-8} \Omega \text{ m}$
Condutividade térmica	0,449	W/ (m°C)
Calor específico	214	J/ (Kg°C)
Estrutura cristalina	Ortorrômbica	-

Tabela 1 – Propriedades do Iodo (In: SOARES, 2006.).

3.1 OBTENÇÃO DO IODO

O iodo é encontrado em pequenas proporções entre 1 e 50mg/kg na água do mar, na forma de iodeto de sódio, e nos poços petrolíferos, na forma de iodeto de potássio. É extraído industrialmente das águas salgadas dos poços de petróleo e como subproduto do processo de obtenção do salitre do Chile, Nos dois depósitos ocorrem na forma de iodato de sódio. Está presente nos tecidos orgânico animais e vegetais em pequenas quantidades, mas é abundante nas algas marinhas (BARSA, vol.8, 2002).

3.2 IODO NA ALIMENTAÇÃO

Os principais alimentos ricos em iodo são: alimentos de origem marinha como moluscos, ostras, mariscos e outros peixes de água salgada; leite e ovos também são fontes de iodo, desde que os animais que tenham sido alimentados com rações que contem iodo ou pastado em solos ricos do nutriente; vegetais de solos ricos em iodo também são boas fontes deste elemento (PNAN, 2012).

O iodo é um elemento que entra numa proporção de 20 a 50 mg , no organismo humano, se distribui em 50% músculo, 20% tireóide, 10% pele, 6% esqueleto, e o restante em diversos órgãos do corpo (SILVA, 2009).

O iodo é um elemento de grande importância para os seres vivos. A deficiência do iodo provoca o aumento da glândula tireóide. Para evitar essa deficiência, iodetos são adicionados ao sal de cozinha (ATKINS; JONES, 2006, p.682).

A importância do iodo na glândula tireóide está no controle que exerce na nutrição de muitos tecidos. A sua ação abrange: O estímulo no crescimento, melhora o nível de inteligência, excita o sistema nervoso vegetativo, regula a produção de calor orgânico, influencia a absorção intestinal, etc. A carência no organismo gera: Bócio, deficiência mental, crescimento retardado, dores no coração, desenvolvimento sexual insuficiente, etc. (SILVA, 2009).

4. TIREÓIDE

A glândula tireóide quando totalmente desenvolvida é considerada uns dos maiores órgãos endócrinos do corpo (figura 6). “Está localizada anteriormente à parte superior da traquéia, próximo à junção com a laringe” (SPENCE, 1991, p.498).

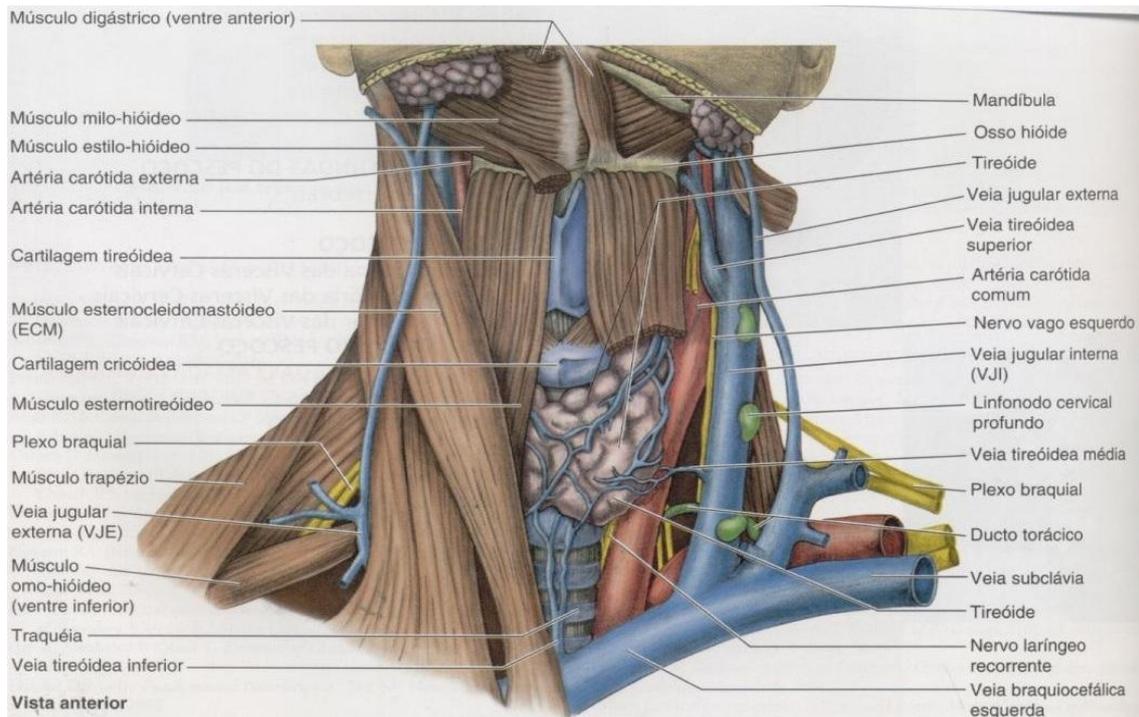


Figura 6 – Dissecção da região anterior do pescoço (In: MOORE; DALLEY, 2007, p.966).

A Glândula Tireóide é constituída por dois lobos que se situam um de cada lado da traqueia (figura 7). A tireóide aumenta de tamanho e torna-se mais ativa durante a puberdade, gravidez e estresse fisiológico. As modificações da atividade também ocorrem durante o ciclo menstrual (GAMA; SACRAMENTO; SAMPAIO, 1998, p.72).

O aumento da tireóide não-neoplásico e não-inflamatório, além do aumento variável que ocorre na gravidez e na menstruação, é denominado bócio, que é o resultado da carência de iodo (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2005, p. 108). A glândula aumentada

causa uma inflamação no pescoço que pode comprimir a traquéia, o esôfago e os nervos laríngeos (MOORE; DALLEY, 2007, p.1004).

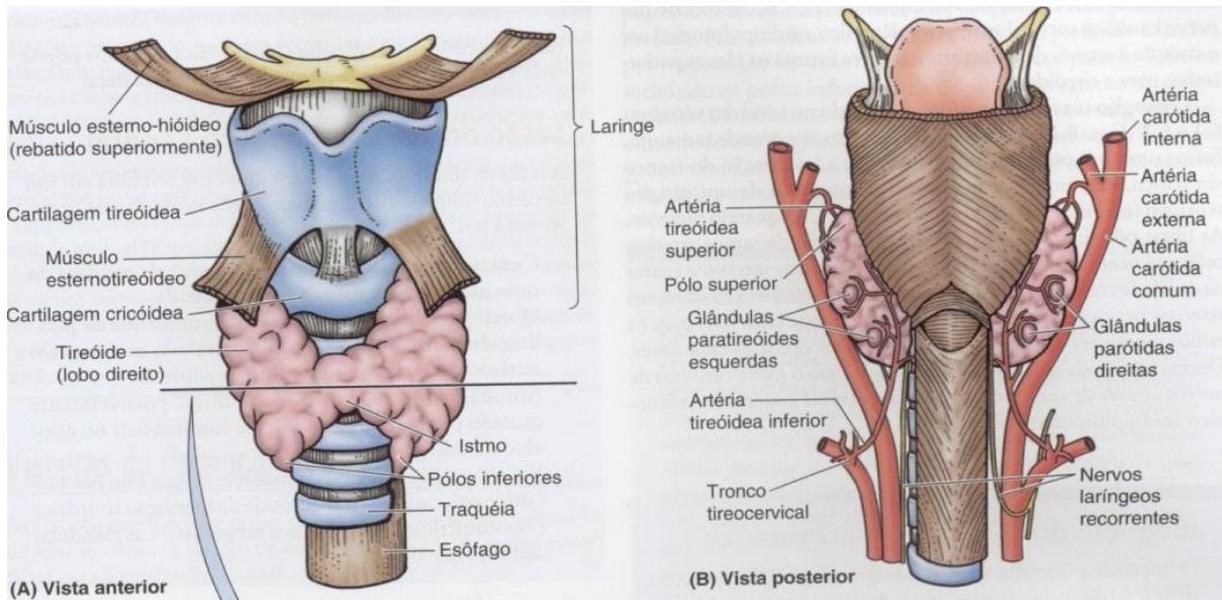


Figura 7 – (A) Vista anterior da glândula tireóide; (B) Vista posterior da glândula tireóide (In: MOORE; DALLEY, 2007, p.966).

A glândula secreta três hormônios, triiodotironina (T_3), tiroxina (T_4) e calcitonina; sendo os mais importantes triiodotironina e tiroxina, que são os hormônios que regulam o teor de iodo no organismo e a calcitonina que é o hormônio responsável pela diminuição do nível de cálcio e fósforo na corrente sanguínea (SPENCE, 1991, p.499).

A falta da secreção da tireóide causa a queda do metabolismo basal, gerando o hipotireoidismo, enquanto o excesso pode aumentar o metabolismo gerando o hipertireoidismo. A secreção da tireóide é controlada pelo hormônio tireoestimulante (TSH) (GUYTON; HALL, 2002, p.802).

4.1 FORMAÇÕES DA TIROXINA (T₄) E DA TRIIODOTIRONINA (T₃).

A tiroxina e a triiodotironina, são hormônios tireoidianos de grande importância. Estes hormônios passam por uma biossíntese em nosso organismo (figura 8).

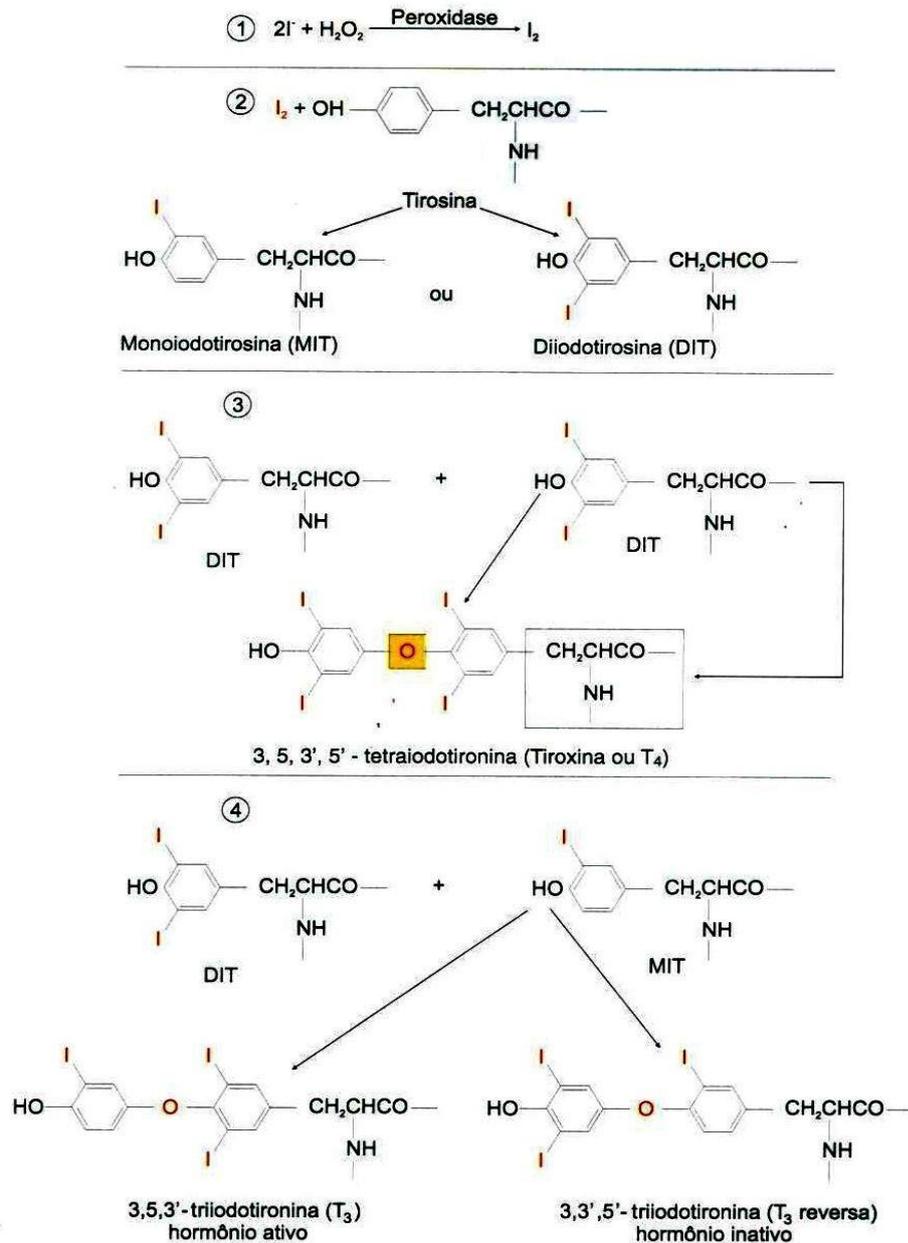


Figura 8- Estrutura e biossíntese dos hormônios tireoidianos (In CARVALHO; BUZATO, 2005, p.177).

No colóide, o iodeto sofre uma rápida oxidação (1) e é rapidamente incorporado em moléculas de tirosina pela tireoperoxidase (2). Na reação de iodação catalisada pela tireoperoxidase é utilizado peróxido de hidrogênio gerado normalmente pela célula, o iodeto perde um elétron para que possa deslocar o hidrogênio do anel aromático da tirosina, formando a iodotirosina. O iodo se une à posição 3 da molécula da tirosina, obtendo a 3-mono-iodotirosina (MIT), a qual é, em seguida, iodada no carbono 5, dando origem à 3,5- diiodotirosina (DIT). Os resíduos de tirosina transformados em MIT ou em DIT são acoplados pela tireoperoxidase para formar o T_4 pela ligação de duas DIT (3) ou para a formação de T_3 ou de rT_3 (T_3 reversa que não tem atividade biológica) a partir de uma molécula de MIT e uma de DIT (4). O processo de secreção dos hormônios tem início quando ocorre pinocitose do colóide; as gotículas de colóide reabsorvidas fundem-se aos lisossomos, onde a tireoglobulina é degradada, produzindo os hormônios liberados para o sangue (CARVALHO; BUZATO, 2005, p.177).

4.2 HIPOTIREOIDISMO

No hipotireoidismo, há uma diminuição na produção de hormônios da tireóide e como eles são fundamentais para a ativação do metabolismo, ocorre uma diminuição geral da atividade do organismo (BERNE; LEVY, 2000, p. 873). Diminui a atividade cerebral e a frequência do batimento cardíaco. A pessoa pensa mais lentamente, tem tendência à depressão e à sonolência. Há também maior quantidade de líquidos no corpo, o que provoca o edema característico do mixedema (figura 9). O aumento de peso deriva mais desse edema do que propriamente do acúmulo de gordura. A pele fica fria e seca e os reflexos, mais vagarosos e ocorrem alterações menstruais. É mais comum em mulheres, mas pode acontecer em qualquer pessoa, independente de gênero ou idade, até mesmo recém-nascido o chamado hipotireoidismo congênito (GUYTON, 1988, p.470).



Figura 9- Paciente com mixedema (In: GUYTON, 1988, p.470).

4.2.1 Tratamento

O tratamento indicado consiste na reposição hormonal com levotiroxina sódica, para a qual existem vários nomes comerciais, porém recomenda-se sempre manter o paciente com a mesma pelo menos, durante o período de ajuste de dose (NOGUEIRA et al, 2011).

A etiologia do hipotireoidismo pode influenciar o valor da dose necessária de levotiroxina. Pacientes cujo hipotireoidismo é resultante de tireoidite crônica autoimune, tireoidectomia total e gestante podem necessitar de doses mais altas de levotiroxina. Assim, a dose inicial de levotiroxina vai variar bastante no mesmo paciente ou entre pacientes diferentes, em função da idade, peso, condição cardíaca e gravidade. Em especial, pacientes geriátricos e, aqueles com antecedentes de

doença cardiovascular, recomenda-se iniciar o tratamento mais lentamente com pequenas doses e aumentando a cada quatro semanas até atingir a dose suficiente para normalização do TSH (NOGUEIRA et al, 2011).

4.3 HIPERTIREOIDISMO

No hipertireoidismo, ocorre uma desordem e a glândula tireóide fabrica mais hormônios do que a necessidade do corpo. As mulheres são mais propensas a desenvolver hipertireoidismo do que homens. Há vários tipos de tireoidite “inflamação na tireóide”, podem causar hipertireoidismo. A tireoidite não faz com que a tireóide produza hormônios em excesso, porém provoca o vazamento de hormônios da tireóide inflamada elevando seus níveis no sangue (GUYTON; HALL, 2002, p.810).

A doença de Graves (figura 10) é uma das causas mais frequentes no hipertireoidismo, é uma doença autoimune, que gera uma anomalia no funcionamento das glândulas tireoides onde existe um funcionamento inadequado da glândula, levando a uma produção excessiva de hormônios (TORTORA; GRABOWSKI, 2002, p.549).

O hipertireoidismo tem muitos sintomas, que podem variar de pessoa para pessoa, como: batimento cardíaco irregular ou rápido; nervosismo ou irritabilidade; problemas para dormir; intolerância ao calor; fadiga ou fraqueza muscular; tremor nas mãos, diarreia; variações de humor; perda de peso e bócio (PORTH, 2002, p.887).



Figura 10- Paciente com Doença de Graves (In: PORTH, 2002, p.887).

4.3.1. Tratamento

Os medicamentos anti-tiroidianos como o metimazol ou o propiltiouracil (PTU), podem ser utilizados para abaixar os níveis dos hormônios tiroidianos circulantes no sangue. Estes remédios impedem a utilização do iodo pela tiróide e, como ele é necessário para a fabricação dos hormônios, a produção dos mesmos consequentemente é diminuída (MAIA; VAISMAN, 2006).

Outra maneira de tratar é destruir as células que produzem o hormônio da tireoide, com iodo radioativo. Como essas células necessitam de iodo, elas irão captar rapidamente qualquer iodo na corrente sanguínea. O iodo radioativo é administrado sob a forma líquida ou em cápsulas que não têm cheiro e nem gosto. Uma vez ingeridas, ele alcança a corrente sanguínea e rapidamente é captado pelas células. Devido à destruição causada pelo iodo radioativo, a produção dos hormônios da

tiróide irá diminuir e o nível dos hormônios tireoidianos na circulação irá retornar ao normal (MAIA; VAISMAN, 2006).

Para alguns pacientes, o médico pode indicar a cirurgia para remover uma parte da glândula ou mesmo para a remoção de um ou mais nódulos hiperfuncionantes. Gerando um resultado igual ao iodo radioativo (MAIA; VAISMAN, 2006).

5. ENSINO MÉDIO: FAMÍLIA DOS HALOGÊNIOS.

Muitos alunos demonstram dificuldades no aprendizado de química. Na maioria das vezes, não conseguem perceber o significado ou a importância do que estudam. As aulas práticas são importantes para o aprendizado de química, porém nem todas às aulas temos a oportunidade de realizar práticas, assim, a proposta é apresentar os elementos da família 7A (halogênios) e mostrar que estes estão presentes no cotidiano dos alunos.

Simplificando podemos dizer que ela é a ciência natural que visa o estudo das substâncias, da sua composição, da sua estrutura e das suas propriedades (TREVISAN; MARTINS, 2006).

O conhecimento dos diversos elementos químicos que nos cerca, permite-nos uma abstração acerca da constituição da matéria, do planeta e do universo (SILVA, 2009).

No estudo da química, dentre eles a tabela periódica o professor geralmente, tenta chamar a atenção do aluno para o conteúdo tratando das aplicações dos elementos químicos nas mais variadas áreas de produção (SILVA, 2009).

Uma das famílias da tabela periódica é a do “halogênio” significa “formador de sais”. Os halogênios são os elementos que se encontram na família 17 ou VII A da Tabela Periódica. Esses elementos são: Flúor (F), Cloro (Cl), Bromo (Br), Iodo (I) e Astatato (At). Todos eles possuem 7 elétrons na camada de valência, genericamente: ns^2np^5 . Em razão disso, eles têm a tendência de receber um elétron e formar íons monovalentes negativos (X^{-1}), reagindo principalmente com os metais alcalinos (metais da família I A), que têm a tendência de doar um elétron. Desse modo, eles originam compostos como NaCl, NaI. Talvez a popularidade desta família esteja relacionada com a de seus integrantes (ALMEIDA et al, 2009).

Aparecem na natureza sob a forma de moléculas diatômicas (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2). Reagem facilmente com os metais alcalinos, formando halogenetos. São mais solúveis no éter ou no óleo alimentar do que em água (ALMEIDA et al, 2009).

Além disso, é bem conhecida a necessidade do organismo dos mamíferos por halogênios, como por exemplo, o iodo, indispensável para o controle das funções da glândula tireoide (ALMEIDA et al, 2009).

Flúor é um elemento químico, símbolo F, de número atômico 9, massa molar 18,998403 g/mol, Ponto de fusão PF= -219,6 °C, Ponto de ebulição PE= -188,1 °C (PEIXOTO, 1998). É um gás amarelo-pálido e no estado líquido tem cor amarelo-canário, que forma compostos com vários elementos e reage explosivamente com muitas substâncias. É encontrado de forma abundante nos minerais fluorita e criolita, mas só pode ser obtido puro por meio da eletrólise de uma mistura fundida de flúoreto de hidrogênio e fluoreto de potássio (PEIXOTO, 1998). Merece destaque por ser o elemento mais eletronegativo da Tabela Periódica. Além de ser conhecido em um contexto químico também se faz presente em nosso cotidiano (ALMEIDA et al, 2009). A forma pura é utilizada em alguns combustíveis de foguete. Seus compostos têm aplicações variadas. O fluoreto de sódio é adicionado à água para evitar a cárie dentária. Os compostos orgânicos podem ser usados como revestimento não aderente (teflon). Outros compostos têm sido muito utilizados como propelentes de aerossol e em refrigeradores (PEIXOTO, 1998).

Cloro é um elemento químico, símbolo Cl, de número atômico 17, massa molar 35,453 g/mol, Ponto de fusão PF= -103 °C, Ponto de ebulição PE= -34 °C (PEIXOTO, 2003). É um sólido branco, volatiliza-se em um gás de cor verde-amarelada. Combina-se com quase todos os elementos (PEIXOTO, 2003). Tornou-se popular em nosso dia a dia a começar pela água que tomamos, esta é purificada nas estações de tratamento de água (ETA). O cloro tem o poder de eliminar micro-organismos patogênicos da água e garantir segurança aos seus consumidores. Justamente por essa propriedade desinfetante, cloro também é empregado em limpeza de piscinas (ALMEIDA et al, 2009).

Iodo é um elemento químico, símbolo I, de número atômico 53, massa molar 126,90447 g/mol, Ponto de fusão PF= 113,7 °C, Ponto de ebulição PE= 184,35 °C (SOARES, 2006). É um sólido brilhante, de cor azul escuro. Em temperaturas usuais, volatiliza-se em um gás azul-violeta de odor irritante. Combina-se com muitos outros elementos, mas é menos ativo que os demais halogênios, que o

removem dos iodetos (SOARES, 2006). O iodo também é usado como bactericida. Possui elevada importância no organismo humano, sua carência na alimentação origina a problemas de Tireoide. Por isso que nosso sal de cozinha é iodado, o elemento foi acrescentado ao sal com o intuito de prevenir doenças como o Bócio (ALMEIDA et al, 2009).

Bromo é um elemento químico, símbolo Br, de número atômico 35, massa molar 79,904 g/mol, Ponto de fusão PF= -7,2 °C, Ponto de ebulição PE= 59 °C. O bromo é o único elemento líquido dessa família na temperatura ambiente. É um líquido pesado, de boa fluidez, marrom avermelhado. É volátil na temperatura ambiente, produzindo um vapor de odor bastante desagradável. Facilmente solúvel em água e em dissulfeto de carbono. Quimicamente menos ativo que o cloro e mais que o iodo. Combina-se facilmente com muitos elementos e tem uma ação branqueadora (SOARES, 2006).

Ástato é um elemento químico, símbolo At, de número atômico 85, massa molar 209,99 g/mol, estima-se Ponto de fusão PF= 302 °C e Ponto de ebulição PE= 337 °C (AFONSO, 2011).

O ástato é um elemento radioativo. Sua origem normalmente se dá como resultado do decaimento radioativo de isótopos de urânio e tório e estima-se que a quantidade total na crosta terrestre seja de apenas algumas dezenas de gramas (AFONSO, 2011).

Em virtude de ser pouco conhecido foi considerado o elemento mais raro do mundo, não possui nenhuma aplicação constatada (AFONSO, 2011).

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 MATERIAIS

- béquer de 100 ml
- frasco Erlenmeyer de 500 ml
- proveta de 250 ml
- pipeta de 2 ml e 5 ml
- bureta
- balança analítica.

6.1.1 Reagentes

- Solução de ácido sulfúrico 0,5 M
- iodeto de potássio
- solução de tiosulfato de sódio 0,005 M.
- Solução de amido a 1%, recém-preparada

6.2 MÉTODOS

6.2.1 Coleta das amostras

Foram coletadas 5 amostras de sal comercializado nos Supermercados da cidade de Assis.

6.2.2 Preparo dos reagentes

- Solução de ácido sulfúrico 0,5 M:

Pipetou-se 2,81 ml de ácido sulfúrico e completou com água destilada num balão de 100 ml.

- Solução de tiosulfato de sódio 0,005 M:

Pesou-se 4,9638 g de tiosulfato de sódio e completou com água destilada num balão volumétrico de 200 ml, obtendo tiosulfato de sódio 0,1 M.

Pipetou-se 25 ml dessa solução 0,1 M e completo-se com água destilada num balão volumétrico de 500 ml, obtendo tiosulfato de sódio 0,005 M.

- Solução de amido a 1%:

Pesou-se 1g de amido e dissolveu com 50 ml água destilada num béquer e ferveu, esfriou a temperatura ambiente e completou para 100 ml num balão volumétrico.

6.2.3 Análise

O método para dosagem de iodo no sal fundamenta-se na titulação volumétrica com solução de tiosulfato de sódio 0,005 M, após a acidificação da amostra adicionada de iodeto de potássio e solução de amido como indicador. O amido reage com o iodo liberado nas reações de óxido redução envolvidas, formando um complexo de cor azul que é descolorido pela adição de solução de tiosulfato de sódio. Deve-se dosar o iodo no sal, no mínimo, em duplicata; a diferença de leitura nas duas titulações não deve ser maior que 0,1 mL.

Para a análise, pesou-se 10 g da amostra de cada sal em triplicata e transferiu-se para um frasco erlenmeyer de 500 mL, com auxílio de 200 mL de água destilada. A solução foi agitada até a dissolução. Adicionou-se 5 mL de solução de ácido

sulfúrico 0,5 M, e cerca de 0,1 g de iodeto de potássio. Foram adicionados 2 mL de solução de amido a 1%, como indicador. Titulou-se o iodo liberado com solução de tiosulfato de sódio 0,005 M. A figura 11 mostra a reação ocorrida.



Figura 11- Análise do sal.

Esta reação pode ser representada pela equação: $6 \text{S}_2\text{O}_3 + 3 \text{I}_2 \rightarrow 6 \text{I}^- + 3 \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

6.2.4 Cálculos

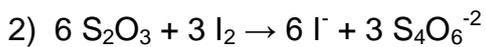
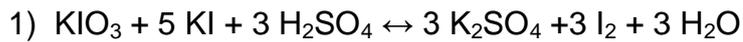
Amostras	Peso médio	Volume médio
Amostra I	10,0002 g	2,30 ml
Amostra II	10,0001 g	2,43 ml
Amostra III	10,0003 g	2,36 ml
Amostra IV	10,0002 g	2,33 ml
Amostra V	10,0001 g	3,23 ml

Tabela 2 – Valores das análises.

Calculo nº de mols tiosulfato:

1) Equação após adição dos reagentes:

2) Equação após titulação:



$$M = n \times V$$

$$n = 0,005 \times 0,0023$$

$$n = 1,15 \times 10^{-5} \text{ mols}$$

$$6 \text{ mols de } \text{S}_2\text{O}_3 \text{ _____ } 1 \text{ mol } \text{KIO}_3$$

$$1,15 \times 10^{-5} \text{ mols _____ } y$$

$$y = 1,917 \times 10^{-6} \text{ mols de } \text{KIO}_3$$

Calculo da massa de iodo

$$m = n \times \text{PM}$$

$$m = 1,917 \times 10^{-6} \times 127$$

$$m = 2,434 \times 10^{-4} \text{ g}$$

$$2,434 \times 10^{-4} \text{ _____ } 10\text{g}$$

$$x \text{ _____ } 1000\text{g}$$

$$x = 2,434 \times 10^{-2} \text{ g de iodo}$$

$$1 \text{ g _____ } 1000 \text{ mg}$$

$$2,434 \times 10^{-2} \text{ _____ } z$$

$$j = 24,34 \text{ mg/kg de iodo.}$$

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão indicados os resultados obtidos pelo método titulométrico, bem como a quantidade indicada nas embalagens.

Amostras	Concentração da embalagem	Concentração encontrada	Aprovação	Observação
Amostra I	25 mg/Kg	24,34 mg/kg	Aprovado	-
Amostra II	25 mg/kg	25,71 mg/kg	Aprovado	-
Amostra III	40 mg/kg	24,97 mg/kg	Reprovado	Não confere com a embalagem
Amostra IV	25 mg/kg	24,65 mg/kg	Aprovado	-
Amostra V	25 mg/kg	34,18 mg/kg	Reprovado	Não confere com a embalagem

Tabela 3 – Resultado das Análises.

Considerando-se a RDC 130 de 2003, que estabelece que o sal apropriado para o consumo deva conter de 20 a 60 mg de iodo por quilograma, verificamos que todas as amostras analisadas estão de acordo com a legislação.

Algumas amostras analisadas (amostras III e V), apesar de estarem dentro do exigido pela legislação, a indicação da embalagem não confere com a real concentração de iodo no produto. Assim consideramos aprovadas as amostras que estão de acordo com a embalagem e reprovadas as amostras que não estão de acordo com as concentrações indicadas na embalagem.

8. CONCLUSÃO

Verificou-se que todas as marcas de sal analisadas estão de acordo com a legislação, apresentando uma concentração entre 20 e 60 mg de iodo por quilograma de sal.

Das 5 amostras analisadas, apenas 2 apresentaram divergência entre a concentração descrita na embalagem e a concentração encontrada pelo método utilizado.

Em face da importância do sal na preparação de alimentos e dos riscos à saúde da população, causados tanto pela deficiência como pelo excesso de iodo, podemos concluir o quanto o iodo é importante, e como ele pode agir em nosso organismo, tornando assim necessário o controle de qualidade para averiguar a adequação aos critérios da legislação atual.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Julio Carlos. Ástato. **Química Nova na Escola**, v.33, n.4, novembro, 2011. p. 252-253.

ALMEIDA, Ana Paula; PEREIRA, Caroline Cosme; MELLO, Igor Oliveira de; COCK, Nayara Rudeck O. Sthe; BRAUER, Verônica Soares. **Estudo das Propriedades dos Halogênios**. 2009. Trabalho para avaliação de disciplina - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus - ES, 2009.

ANVISA, Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Programa nacional garante qualidade do sal consumido no País. **Revista de Saúde Pública**, v.38, n.4, Agos, 2004. p. 611-612.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 3. ed. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

BARBOSA, Addson Lourenço. **Dicionário de Química**. 2. ed. Goiânia: Editora AB, 2000.

BARSA, Nova Enciclopédia, 6. ed. volume 8, São Paulo: Editora Barsa Planeta Internacional Ltda, 2002.

BARSA, Nova Enciclopédia, 6. ed. volume 13, São Paulo: Editora Barsa Planeta Internacional Ltda, 2002.

BERNE, Robert M.; LEVY, Matthew N. **Fisiologia**. 4. ed. Tradução de Charles Alfred Esbérard. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2000.

BONTURIM, Everton; ALENCAR, Márcia O. de; DOMINGUES, Roseli J.M.M.; SOUZA, Denise C.M. da; MELO, Roseli R. **Relatório Prática n.1 – Análise qualitativa do sal de cozinha**. 2008. 21p. Trabalho para Avaliação da Disciplina – Universidade de Ibirapuera – São Paulo, 2008.

BRANCO, Renata. **O que é uma mina de sal**. 2012 Disponível em: <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/5872-o-que-e-uma-mina-de-sal/>>. Acesso em: 09 mai. 2012.

CARVALHO, Hernandes F., BUZATO, Carla B. C. **Células: Uma abordagem multidisciplinar**. Barueri: Editora Manole, 2005.

EXPLICATORIUM. **Os Sólidos Moleculares**. Disponível em: <http://www.explicatorium.com/quimica/Estrutura_solidos_moleculares.php>. Acesso em: 14 mai. 2012.

FINOSAL. **O Sal**. Mossoró – RN. 2012. Disponível em: <<http://www.finosal.com.br/sal.php>>. Acesso em: 30 abr.2012.

FREEMN, Shanna. **How Salt works**. Disponível em: <<http://science.howstuffworks.com/innovation/edible-innovations/salt4.htm>>. Acesso em: 30 abr. 2012.

GAMA, Djanira Dias da Silva; SACRAMENTO, Maria Tita Portal; SAMPAIO, Virginia Carneiro. **Moderna Assistência de Enfermagem**. 2. ed. São Paulo: Editora Everest, 1998.

GUYTON, Arthur C. **Fisiologia Humana**. 6. ed. Tradução de Charles Alfred Esberard. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1988.

GUYTON, Arthur C.; HALL, John E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 10. ed. Tradução de Charles Alfred Esberard et al. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v.1: Métodos Físico-Químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

JUNQUEIRA, Luiz C.; CARNEIRO, José. **Biologia Celular e Molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2005.

MAIA, A. L.; VAISMAN M. Hipertireoidismo. In: **Projeto Diretrizes**. Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina, 2006, 14 p.

Mais natureza. **Salinas** Disponível em: <<http://maisnatureza.com/geral/salinas>> Acesso em: 09 mai. 2012.

MIRADOR, Enciclopédia Internacional, volume 18, São Paulo: Editora Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações Ltda, 1987.

MOORE, Keith L.; DALLEY, Arthur F. **Anatomia Orientada para a Clínica**. 5. ed. Tradução de Cláudia Lúcia Caetano de Araújo. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2007.

NOGUEIRA, C.R.; KIMURA, E.T.; CARVALHO, G. A.; SGARBI J. A.; WARD, L. S.; MACIEL, L. M. Z.; SILVA, M. R. D.; HETEM, L. A. B.; STEIN, A. T.; WAGNER, H. L.; NASCIMENTO, D. J.; ANDRADA, N. C. Hipotireoidismo: Tratamento. In: **Diretrizes Clínicas na Saúde Suplementar**. Associação Médica Brasileira e Agência Nacional de Saúde Suplementar, 2011, 18 p.

NORSAL. **O sal na historia.** Areia Branca – RN. Disponível em: <http://norsal.com.br/o_sal/historia.html>. Acesso em: 07 jan. 2012.

PEIXOTO, Eduardo M. Alves. Cloro. **Química Nova na Escola**, n.17, maio, 2003. p.51.

PEIXOTO, Eduardo M. Alves. Flúor. **Química Nova na Escola**, n.8, novembro, 1999, p.43.

PERREIRA, Airton V., BELINSKI, Andriele C., VALUS, Natalicio, BELTRAME, Flávio Luis. **Avaliação da qualidade de amostras comerciais de sal de cozinha.** 2008. 97-101p. Iniciação Científica – Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2008.

PORTH, Carol Mattson. **Fisiopatologia.** 6. ed. Tradução de Fernando Diniz Mundim, Patricia Lydie Voeux. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2002.

PNAN, Política Nacional de Alimentação e Nutrição. **Deficiência de Iodo.** Brasília – DF. Disponível em: <http://nutricao.saude.gov.br/iodo_informacoes.php> Acesso em: 14 mai. 2012.

ROMANI Indústria e Comércio de Sal **O Sal.** Curitiba – PR. Disponível em: <<http://www.romani.com.br/sal.htm>>. Acesso em: 07 jan. 2012.

SALTINSTITUTE. **Sobre Sal.** Alexandria – USA. 2011. Disponível em: <<http://www.saltinstitute.org/About-salt>>. Acesso em: 30 abr. 2012.

SANTIAGO, Emerson. **Iodo.** 2010. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/elementos-quimicos/iodo>>. Acesso em: 14 mai. 2012.

SCHAEFER, Silvia. **Iodo**. 2011. Boituva. Disponível em: <http://www.tabela.oxigenio.com/nao_metais/elemento_quimico_iodo.htm>. Acesso em 14 mai. 2012.

SILVA, Elen Roseli T. M. da. **Nutrição Vitaminas**. Minas Gerais. 2009. Disponível em: <<http://www.cdof.com.br/nutri6.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2012.

SILVA, José Alberto. Sal na Alimentação: estratégias privadas, públicas virtudes... **Revista Factores de Risco**, n.18, jul-set, 2010. p.16-17.

SILVA, Patrícia Rodrigues. **A Importância do Conhecimento Químico Para a educação Ambiental**. 2009. 10p. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba – MG, 2009.

SOARES, Marco. **Iodo**. 2006. Disponível em: <http://www.mspc.eng.br/quim1/quim1_053.asp>. Acesso em: 15 mai. 2012.

SPENCE, Alexander P. **Anatomia humana básica**. 2. ed. Tradução de Edson Aparecido Liberti. São Paulo: Editora Manole, 1991.

TREVISAN, Tatiana Santini; MARTINS, Pura Lúcia Oliver. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNIREVISTA**, v.1, n.2, abril, 2006. p.12

TORTORA, Gerard J.; GRABOWSHI, Sandra Reynolds. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. 9 ed. Tradução de Alexandre Lins Werneck. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2002.